



**Universidade do Minho**  
Instituto de Educação

Ana Maria Alves Ferreira Tavares

**A História das Ciências e as analogias  
na evolução da Tabela Periódica:  
Um estudo com manuais escolares  
e seus autores**



**Universidade do Minho**  
Instituto de Educação

Ana Maria Alves Ferreira Tavares

**A História das Ciências e as analogias  
na evolução da Tabela Periódica:  
Um estudo com manuais escolares  
e seus autores**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Ciências da Educação  
Área de Especialização em Supervisão Pedagógica  
na Educação em Ciências

Trabalho realizado sob a orientação da  
**Professora Doutora Laurinda Leite**

Setembro de 2012

## DECLARAÇÃO

**Nome:** Ana Maria Alves Ferreira Tavares

**Endereço eletrónico:** ana.tavares@sapo.pt

**Telemóvel:** 919710798

**Número de Bilhete de Identidade:** 8093031

**Título da dissertação:** A História das Ciências e as analogias na evolução da Tabela Periódica: Um estudo com manuais escolares e seus autores

**Orientadora:** Professora Doutora Laurinda Leite

**Ano de conclusão:** 2012

**Designação do Mestrado:** Mestrado em Ciências da Educação - Área de Especialização em Supervisão Pedagógica na Educação em Ciências

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, 26 de setembro de 2012

Assinatura: \_\_\_\_\_

## AGRADECIMENTOS

A consecução de um trabalho de investigação como aquele que agora se apresenta, para além do empenho e dedicação de quem o realiza, requer também o contributo de muitas outras pessoas às quais expresso os meus agradecimentos:

À Professora Doutora Laurinda Leite, orientadora desta dissertação, pelo interesse com que acolheu este trabalho de investigação; pela constante compreensão e disponibilidade com que sempre recebeu todas as ideias; pelas suas sugestões, que constituíram uma preciosa e indispensável ajuda na elaboração desta dissertação.

À Professora Doutora Maria da Conceição Duarte, um agradecimento póstumo, pelo entusiasmo que imprimia às suas aulas e por ter despertado em mim o gosto pela História das Ciências.

A todos os autores de manuais escolares que aceitaram o desafio de serem entrevistados, pela receptividade e simpatia com que colaboram, fornecendo informações preciosas para a consecução deste estudo.

À minha família, pela atenção que deixei de lhe dedicar durante todo o tempo que durou a realização deste trabalho, na expectativa de poder dar o meu contributo para o ensino das ciências.



# **A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E AS ANALOGIAS NA EVOLUÇÃO DA TABELA PERIÓDICA: UM ESTUDO COM MANUAIS ESCOLARES E SEUS AUTORES**

## **Resumo**

A relevância da História das Ciências (HC) para a formação integral do aluno, nas dimensões pessoal, social e científica, é reconhecida pelos especialistas na área da educação em ciências, bem como pelos currículos portugueses. A evolução histórica da Tabela Periódica (TP) constitui um contexto privilegiado para possibilitar o reconhecimento de que o conhecimento científico está em permanente evolução, apresentando um carácter dinâmico, e que as descobertas científicas estão dependentes dos contextos sociais, políticos, económicos e religiosos das épocas em que ocorrem. Por outro lado, as analogias são um recurso didático que, apesar de ter riscos associados, pode auxiliar na compreensão de conceitos e princípios científicos, alguns associados à TP. Neste contexto, a presente investigação tem como finalidade compreender como é feita a abordagem histórica da TP pelos autores de manuais escolares (ME), designadamente no que respeita à utilização de analogias históricas.

Para isso, realizaram-se dois estudos complementares: no primeiro estudo, centrado na análise de conteúdo de 16 ME (oito do 9º ano e oito do 10º ano), averiguou-se como é que a história da TP é inserida nos ME, que referências são feitas à história da TP, e que utilização é feita das analogias na evolução da TP; no segundo estudo, centrado nas opiniões de autores de quatro ME, averiguaram-se, através de entrevista, quais as razões que fundamentaram a forma de inclusão de determinado conteúdo histórico e de analogias nos ME.

Os resultados revelaram que todos os ME apresentam conteúdo histórico sobre a TP, embora pouco desenvolvido; grande parte dos ME veicula a ideia de que a evolução da TP se processou de forma linear, através de etapas independentes, e não explora a ideia de que o conhecimento científico resulta de uma construção coletiva; metade dos ME de 9º ano apresenta a TP como uma criação genial de Mendeleev; o recurso às analogias históricas da TP é escasso. Os autores de ME entrevistados, apesar de apresentarem uma opinião muito favorável à utilização da HC, em geral, e da história da TP, em particular, no ensino das ciências, afirmam que as editoras impõem limitações relativamente ao número de páginas do ME, o que acaba por condicionar a abordagem histórica e a utilização de analogias históricas associadas à TP. Tendo em conta os resultados da investigação, parece necessário fazer um investimento, cientificamente fundamentado, na elaboração de ME e intervir na formação de professores, de modo a permitir-lhes desenvolver competências para colmatarem as lacunas existentes nos ME, no que respeita à história da TP e às analogias históricas.



# HISTORY OF SCIENCE AND HISTORICAL ANALOGIES IN THE PERIODIC TABLE TEACHING UNIT: A STUDY WITH TEXTBOOKS AND THEIR AUTHORS

## Abstract

Science education specialists as well as the Portuguese national curricula recognize the relevance of the History of Science (HS) for students' education in the personal, the social and the scientific dimensions. The historical evolution of the Periodic Table of the Elements (PT) is an appropriate context for making students understand that both science knowledge is in a permanent evolution (and therefore has a dynamic character), and scientific discoveries depend on the social, political, economic, and religious contexts of the time they take place. On the other hand, and although using analogies can be a risky decision, analogies are nevertheless a pedagogic resource that can help students to understand some concepts and principles related to the PT. Hence, this piece of research aims at understanding the historical approach to PT used by school textbook (ST) authors, namely with regard to the use of historical analogies.

Two complimentary studies were carried out in order to attain this aim: one of them was based on content analysis of 16 TB (equally divided between 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> grade) and its objectives were to find out how the HS is included in ST, what sort of references are made to the history of TP, and how are analogies used when ST present the PT development; the other study was based on four ST authors' interviewing and its objective was to understand how and why PT historical content and analogies are included in the ST.

Results suggest that: all ST include some historical content on the PT but they do not develop it too much; most of the textbooks show the idea that PT development was a straightforward one, that took place through independent steps, and they do not explore the idea that science knowledge results from a collective enterprise; half of the 9<sup>th</sup> grade ST show PT as a creation of Mendeleev; whatever the grade level, ST seldom use historical analogies. The authors interviewed showed a positive attitude towards the use of HS, including the history of PT, in science teaching. However, they stated both that the editors impose some restrictions regarding the number of pages they can put in their textbooks and that this may limit the historical development of the PT unit as well as the use of analogies within its scope. Bearing in mind the results of this research, it seems necessary to take scientifically based initiatives in order to improve textbooks and to intervene in science teacher education so that science teachers can develop the competences that are required for them to overcome textbook limitations with regard to the history of PT and the use of historical analogies.





## ÍNDICE

## Página

|                                                                             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| AGRADECIMENTOS                                                              | iii  |
| RESUMO                                                                      | v    |
| ABSTRACT                                                                    | vii  |
| ÍNDICE                                                                      | ix   |
| LISTA DE TABELAS                                                            | xiii |
| LISTA DE FIGURAS                                                            | xv   |
| <br>                                                                        |      |
| CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO                | 1    |
| 1.1 Introdução                                                              | 1    |
| 1.2 Contextualização geral da investigação                                  | 1    |
| 1.2.1 Perspetivas sobre a educação em ciências                              | 1    |
| 1.2.2 Os manuais escolares e as práticas de educação em ciências            | 7    |
| 1.3 Perguntas da investigação                                               | 9    |
| 1.4 Importância da investigação                                             | 10   |
| 1.5 Limitações da investigação                                              | 11   |
| 1.6 Plano geral da dissertação                                              | 12   |
| <br>                                                                        |      |
| Capítulo II – REVISÃO DE LITERATURA                                         | 15   |
| 2.1 Introdução                                                              | 15   |
| 2.2 História das Ciências na educação em ciências                           | 15   |
| 2.2.1 Contributos da História das Ciências para a educação em ciências      | 15   |
| 2.2.2 História das Ciências em currículos e manuais escolares               | 19   |
| 2.2.3 Os autores de manuais escolares e a História das Ciências             | 20   |
| 2.3 História da Tabela Periódica e educação em ciências                     | 21   |
| 2.3.1 A evolução histórica da Tabela Periódica                              | 21   |
| 2.3.2 As analogias e a evolução da Tabela Periódica                         | 29   |
| 2.3.3 História da Tabela Periódica em currículos e manuais escolares        | 34   |
| 2.4 As analogias e o ensino e aprendizagem da história da Tabela Periódica  | 35   |
| 2.4.1 As analogias e a educação em ciências                                 | 35   |
| 2.4.2 As analogias históricas e o ensino e aprendizagem da Tabela Periódica | 37   |
| 2.4.3 Os autores de manuais escolares e as analogias históricas             | 38   |

|                                                                                                                                                                                    | Página |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| CAPITULO III – METODOLOGIA                                                                                                                                                         | 41     |
| 3.1 Introdução                                                                                                                                                                     | 41     |
| 3.2 Síntese da investigação                                                                                                                                                        | 41     |
| 3.3 Estudo sobre a história da Tabela Periódica nos manuais escolares do ensino básico e secundário                                                                                | 42     |
| 3.3.1 Caracterização da população e da amostra                                                                                                                                     | 42     |
| 3.3.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados                                                                                                                                  | 44     |
| 3.3.3 Recolha de dados                                                                                                                                                             | 48     |
| 3.3.4 Tratamento de dados                                                                                                                                                          | 49     |
| 3.4 Estudo das opiniões dos autores dos manuais escolares do ensino básico e secundário                                                                                            | 49     |
| 3.4.1 Caracterização da população e da amostra                                                                                                                                     | 49     |
| 3.4.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados                                                                                                                                  | 51     |
| 3.4.3 Recolha de dados                                                                                                                                                             | 53     |
| 3.4.4 Tratamento de dados                                                                                                                                                          | 54     |
| <br>CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS                                                                                                                            | <br>57 |
| 4.1 Introdução                                                                                                                                                                     | 57     |
| 4.2 A história da Tabela Periódica nos manuais escolares do ensino básico e do ensino secundário                                                                                   | 57     |
| 4.2.1 Tipo e organização da informação histórica relacionada com a Tabela Periódica                                                                                                | 57     |
| 4.2.2 Correção, exatidão e contexto no qual a informação histórica é relatada e estatuto da informação histórica                                                                   | 69     |
| 4.2.3 As analogias históricas na evolução da Tabela Periódica                                                                                                                      | 77     |
| 4.2.4 As atividades de aprendizagem relacionadas com a história da Tabela Periódica, material usado para apresentar a informação histórica e bibliografia em História das Ciências | 84     |
| 4.3 Opiniões de autores de manuais escolares do ensino básico e secundário                                                                                                         | 97     |
| 4.3.1 Experiências, motivações e dificuldades de autores de manuais escolares                                                                                                      | 97     |
| 4.3.2 Opiniões de autores de manuais escolares acerca da utilização da HC no ensino das ciências                                                                                   | 105    |
| 4.3.3 Opiniões de autores de manuais escolares acerca da história da TP incluída em manuais escolares                                                                              | 111    |
| 4.3.4 Opiniões de autores de manuais escolares sobre a exploração e utilização de analogias históricas no ensino das ciências e no estudo da Tabela Periódica                      | 119    |

|                                                                                                                                                         | Página |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| CAPÍTULO V – CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES                                                                                                        | 129    |
| 5.1 Introdução                                                                                                                                          | 129    |
| 5.2 Conclusões da investigação                                                                                                                          | 129    |
| 5.3 Implicações dos resultados da investigação                                                                                                          | 136    |
| 5.4 Sugestões para futuras investigações                                                                                                                | 139    |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                                                                                                                              | 143    |
| ANEXOS                                                                                                                                                  | 153    |
| Anexo 1 - Listagem de ME de Ciências Físico-Químicas de 9º ano e de Química A de 10º ano                                                                | 155    |
| Anexo 2 - Grelha original (Leite, 2002) de análise do conteúdo histórico em manuais escolares e livros de texto                                         | 159    |
| Anexo 3 - Grelha de análise de conteúdo histórico incluído em ME de Ciências Físico-Químicas (9º ano) e de Química A (10º ano) do tema Tabela Periódica | 163    |
| Anexo 4 - Listagem dos manuais escolares de Ciências Físico-Químicas do 9.º Ano e de Física e Química A do 10º Ano, adotados no ano letivo de 2010/2011 | 167    |
| Anexo 5 – Guião de entrevista semiestruturada aos autores de manuais escolares (Baptista, 2006)                                                         | 171    |
| Anexo 6 - Guião de entrevista aos autores de manuais escolares                                                                                          | 175    |
| Anexo 7 - Exemplo de transcrição da entrevista realizada ao autor do MFQA1                                                                              | 187    |



## LISTA DE TABELAS

| Tabela |                                                                                                       | Página |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1      | Informação histórica relativa aos Cientistas, incluída em ME de 9º ano                                | 58     |
| 2      | Informação histórica relativa aos Cientistas, incluída em ME de 10º ano                               | 58     |
| 3      | Informação histórica relativa à evolução da TP, incluída em ME de 9º ano                              | 62     |
| 4      | Informação histórica relativa à evolução da TP, incluída em ME de 10º ano                             | 62     |
| 5      | Informação histórica relativa às pessoas responsáveis pela evolução da TP, incluída em ME de 9º ano   | 65     |
| 6      | Informação histórica relativa às pessoas responsáveis pela evolução da TP, incluída em ME de 10º ano  | 65     |
| 7      | Correção e exatidão da informação histórica, incluída em ME de 9º ano                                 | 69     |
| 8      | Correção e exatidão da informação histórica, incluída em ME de 10º ano                                | 69     |
| 9      | Contexto no qual a informação histórica, incluída em ME de 9º ano, é relatada                         | 73     |
| 10     | Contexto no qual a informação histórica, incluída em ME de 10º ano, é relatada                        | 73     |
| 11     | Estatuto do conteúdo histórico, incluído em ME de 9º ano                                              | 74     |
| 12     | Estatuto do conteúdo histórico, incluído em ME de 10º ano                                             | 75     |
| 13     | Analogias na evolução da TP, incluída em ME de 9º ano                                                 | 77     |
| 14     | Analogias na evolução da TP, incluída em ME de 10º ano                                                | 78     |
| 15     | Atividades de aprendizagem relacionadas com a história da TP, incluídas em ME de 9º ano               | 84     |
| 16     | Atividades de aprendizagem relacionadas com a história da TP, incluídas em ME de 10º ano              | 85     |
| 17     | Material usado para apresentar a informação histórica relacionada com a TP, incluído em ME de 9º ano  | 90     |
| 18     | Material usado para apresentar a informação histórica relacionada com a TP, incluído em ME de 10º ano | 91     |
| 19     | Bibliografia em HC, incluída em ME de 9º ano                                                          | 95     |
| 20     | Bibliografia em HC, incluída em ME de 10º ano                                                         | 95     |
| 21     | Motivações dos autores para elaborarem ME                                                             | 97     |
| 22     | Dificuldades dos autores na elaboração de ME                                                          | 99     |
| 23     | Satisfação dos autores com os respetivos ME                                                           | 101    |
| 24     | Importância atribuída pelos autores de ME à HC no ensino das ciências                                 | 106    |
| 25     | Razões apontadas pelos autores para o recurso ao conteúdo histórico sobre a TP                        | 111    |
| 26     | Utilização, por parte dos autores de ME, da história da TP                                            | 114    |
| 27     | Relevância atribuída pelos autores de ME ao uso de analogias no estudo da TP                          | 119    |

| <b>Tabela</b> |                                                                                     | <b>Página</b> |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 28            | Razões apontadas pelos autores de ME para o uso de analogias no ensino das ciências | 122           |
| 29            | Razões apontadas pelos autores de ME para a não utilização de analogias nos ME      | 123           |
| 30            | Analogias utilizadas pelos autores de ME na TP                                      | 125           |

## LISTA DE FIGURAS

| Figura |                                                                                                                                   | Página |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1      | Fotografia de Mendeleev: (a) MCFQ6, MCFQ8 e MFQA2; (b) MCFQ4 e MFAQ6; (c) MFQA3                                                   | 59     |
| 2      | Henry Moseley: Um cientista sem vocação para a guerra (MFQA4, p.100)                                                              | 61     |
| 3      | A Tabela Periódica dos elementos, com a indicação dos países em que foram descobertos (MCFQ5, p.166; MFQA5, p.128)                | 68     |
| 4      | Caracol de Chancourtois (a) e Lei das Oitavas (b) apresentadas no MCFQ2 (p. 159)                                                  | 79     |
| 5      | O caracol de Chancourtois (MFQA5, p129)                                                                                           | 80     |
| 6      | Analogia entre a regularidade das propriedades dos elementos químicos e as oitavas da escala musical (MFQA5, p. 130)              | 80     |
| 7      | A Tabela Periódica como biblioteca (MCFQ2, p.158)                                                                                 | 82     |
| 8      | Tecido com desenhos que se repetem periodicamente (MCFQ7, p.195)                                                                  | 82     |
| 9      | O mapa do Reino Periódico (caderno de atividades do MFQA3, p.123)                                                                 | 83     |
| 10     | A contribuição de vários na construção da Tabela Periódica (caderno de atividades MCFQ1, p. 73)                                   | 86     |
| 11     | Atividade sobre conteúdo histórico da Tabela Periódica (MFQA1, p.143)                                                             | 88     |
| 12     | Uma das primeiras versões da TP apresentada por Dimitri Mendeleev (MCFQ3, p.127; MCFQ6, caderno de atividades, p.42; MCFQ8 p.112) | 93     |
| 13     | Modelos de TP ao longo dos tempos (MFQA7, p. 120)                                                                                 | 94     |





# CAPÍTULO I

## CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

### 1.1 Introdução

Este primeiro capítulo tem como objetivo contextualizar e apresentar a investigação que foi desenvolvida e que vai ser relatada nesta dissertação. Inclui cinco secções, designadamente: a contextualização geral da investigação, as perguntas de investigação delineadas para o estudo, a importância do mesmo no âmbito da educação em ciências, as limitações inerentes ao estudo e, por último, a estrutura geral da dissertação.

Na contextualização geral da dissertação (1.2), faz-se a identificação e a apresentação inicial da problemática em estudo, seguida de uma abordagem acerca das perspetivas atuais sobre a educação em ciências, nomeadamente no que concerne à utilização da História das Ciências (HC) e de analogias no ensino das ciências. Ainda neste ponto, faz-se uma referência ao papel dos manuais escolares (ME) na medida em que estes influenciam as práticas letivas dos professores. De seguida, procede-se à definição das questões de investigação que orientaram esta investigação (1.3), à justificação da sua importância e relevância no âmbito da educação em ciências (1.4) e, ainda, à explicitação dos vários aspetos considerados como limitações da mesma (1.5). Termina-se o primeiro capítulo com a apresentação do plano geral da dissertação (1.6) onde se descreve a estrutura geral desta e se apresenta, resumidamente, o assunto tratado em cada um dos cinco capítulos que a constituem.

### 1.2 Contextualização geral da investigação

#### *1.2.1 Perspetivas sobre a educação em ciências*

Na sociedade atual, designada por muitos autores (Ministério da Ciência e da Tecnologia 1997; Duarte, 2004; Morais & Paiva, 2006; Martins, Pedrosa & Rebelo, 2008; Paixão, Santos & Praia, 2008; Fiolhais, 2011) como a sociedade do conhecimento e/ou da informação, a cultura científica e tecnológica assume uma clara importância no progresso social. Nesta sociedade, do conhecimento e da informação, a educação em ciências surge como uma nova dimensão da formação integral dos jovens, salientando-se a necessidade da formação de cidadãos cientificamente cultos e capazes de participar ativamente e de forma responsável em sociedades que se querem abertas e democráticas (Chassot, 2000). Esta tem sido uma das preocupações dos atuais currículos de ciências, orientados

para um ideal de cidadania, procurando-se de forma explícita ou implícita que a escola contribua para um reforço da democracia, preparando os jovens para compreenderem melhor a sociedade em que vivem, aprofundando as suas competências para uma cidadania global (Martins, 2011).

Há já uma década que Cachapuz, Praia & Jorge (2002) defendem que a formação de cidadãos cientificamente cultos requer que a educação em ciências promova nos alunos: o desenvolvimento de atitudes e valores, bem como de competências de abertura à mudança, capazes de ajudar a formular e a debater responsavelmente um ponto de vista pessoal sobre problemáticas de índole científico e tecnológico; a formulação de juízos sobre determinadas matérias com implicações pessoais e sociais; o desenvolvimento de competências de participação no processo democrático da tomada de decisões; a compreensão de como ideias do âmbito das ciências e da tecnologia são usadas em situações sociais, económicas, ambientais e tecnológicas. Também Wellington (2002) salienta que todos os cidadãos devem desenvolver um sentido de justiça, tolerância, e respeito pelos outros, de modo a que percebam que as suas ações individuais podem afetar toda a sociedade e o planeta. Torna-se ainda necessário que um ensino das ciências com qualidade promova o desejo de aprender ao longo da vida (Cachapuz *et al.*, 2002), ou seja, que se crie a necessidade de ‘aprender a aprender’ desenvolvendo-se competências para que os cidadãos possam continuar a aprender por conta própria, mantendo-se atualizados sobre as novas questões relevantes do momento (Wellington, 2002).

Sendo consensual, entre a comunidade científica, que a aprendizagem das ciências pode ocorrer muito para além da sala de aula, Cachapuz, Praia & Jorge (2002) consideram ainda que uma adequada educação em ciências ganha pertinência não só no âmbito da educação formal, como também no âmbito da educação não formal e mesmo informal.

A educação científica formal do cidadão, tal como referido por Hodson (1998), deverá ser desenvolvida simultaneamente em três dimensões: aprender Ciências (aquisição e desenvolvimento de conceitos e conhecimento conceptual); aprender sobre Ciência (compreensão da natureza e dos métodos da Ciência, evolução histórica e relações entre Ciência, tecnologia e sociedade); aprender a fazer Ciência (desenvolvimento de competências de pesquisa e de resolução de problemas).

A educação não formal e informal tem vindo a ganhar relevância na sociedade atual e, nas últimas décadas, têm sido feitos esforços no sentido de expandir e aproximar a cultura científica a um número cada vez maior de cidadãos. Por um lado, o prolongamento do ensino obrigatório tem permitido estender a educação científica a um número cada vez maior de alunos e durante mais tempo, possibilitando um acesso maior ao ensino das ciências nas escolas (Duarte, 2004; Fiolhais, 2011). Por outro, a crescente promoção de saberes científicos em revistas e livros de divulgação,

museus e centros de Ciência, documentários televisivos, internet, colóquios e debates, feiras e exposições, tem promovido as ciências no âmbito da educação formal e não formal (Duarte, 2004; Fiolhais, 2011). Acresce ainda que, atualmente, o conhecimento das ciências pela população, numa perspetiva de Ciência para todos é um objetivo de muitos países, expresso através dos seus currículos programáticos de ciências.

Embora as ciências e a educação científica tenham adquirido algum destaque desde o início do milénio (Jenkins, 2000), de facto, verifica-se que os currículos de ciências ainda estão muito centrados no ensino das ciências em vez de se concentrarem em educar através das ciências. Vários autores (Osborne, 2000; Wellington, 2001; Millar, 2002) justificam a necessidade de uma educação científica alargada a todos os alunos apresentando argumentos de natureza económica, utilitária, cultural, democrática e moral. Neste sentido, Millar (2002) apresenta alguns argumentos para a inclusão da educação científica de todos os cidadãos nos currículos escolares: argumentos económicos, que se relacionam com o facto de que a Ciência e a tecnologia estão inter-relacionadas; argumentos utilitaristas, que defendem a ideia de que a Ciência é necessária às nossas vidas diárias, quer enquanto indivíduos, quer enquanto membros da sociedade; argumentos democráticos, relacionados com o direito e o dever dos indivíduos participarem de forma informada na vida pública; argumentos sociais, relacionados com o facto de a Ciência estar associada à cultura, de uma forma mais ampla; argumentos culturais, relacionados com o facto de a Ciência ser um empreendimento de grande humanidade e, portanto, os jovens devem poder ser capazes de entendê-la e apreciá-la.

Vários autores (Martins, 2002; Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Martins, Pedrosa & Rebelo, 2008; Paixão, Santos & Praia, 2008) salientam a importância social da educação em ciências, argumentando que esta deve: revestir-se de cariz humanista, mais global, menos fragmentada, capaz de preparar melhor os alunos para a compreensão do mundo e das inter-relações do conhecimento científico e tecnológico na sociedade (Martins, 2002); orientar-se por ideais de cultura científica dos alunos, em oposição a uma lógica de mera instrução científica, que promovam o desenvolvimento pessoal dos alunos e lhes permita uma participação social esclarecida (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002); promover valores como os de equidade, justiça social, diversidade e sustentabilidade (Martins, Pedrosa & Rebelo, 2008); contemplar a necessidade de um entendimento das ciências como parte da cultura humana, inevitavelmente associada à mudança de conceitualizações, de atitudes e valores perante as ciências e a tecnologia, perspetivando a cultura científica como contributo na construção de cidadania (Paixão, Santos & Praia, 2008).

Martins (2011) apresenta alguns argumentos usados por autores da atualidade que defendem a importância da educação em ciências: (i) “ciência como cultura”, que significa que as ciências devem ser um objeto de estudo tão importante como a literatura e as artes; (ii) “ciência para a saúde e o consumo”, o que implica incluir temas relacionados com práticas saudáveis, e formas de as alcançar; (iii) “ciência para mais justiça social”, o que significa que a educação em ciências pode ser vista como uma via para melhorar a vida pessoal mas também a de familiares e amigos; (iv) “ciência para melhorar o pensamento crítico”, o que implica trabalho prático de qualidade e discussão de problemas de resposta não linear.

As perspetivas atuais de práticas de educação científica têm vindo a ser alteradas, como reconhecimento social e político do papel das ciências e da tecnologia. Em especial, o ensino das ciências tem sido alvo de mudanças quer no que concerne às finalidades, quer no que diz respeito às abordagens (Martins, Pedrosa & Rebelo, 2008). O movimento Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS), tem vindo a ganhar importância desde a década de 1980, traduzindo-se por abordagens inovadoras de ensino das ciências que pretendem aproximar as ciências e a tecnologia dos cidadãos com vista ao desenvolvimento da literacia científica.

Alguns autores, tal como referido por Paixão, Santos & Praia (2008), defendem ainda que uma adequada educação em ciências não pode deixar de incorporar uma perspetiva de ensino CTS. Para estes investigadores é necessário contrariar uma conceção de ensino das ciências que enfatiza o conhecimento conceptual, e adotar uma perspetiva CTS de ensino das ciências, onde as inter-relações entre as ciências, a tecnologia e a sociedade estejam incluídas.

No entanto, apesar da tentativa de aproximar as ciências dos cidadãos, tem também aumentado, ao mesmo tempo, uma crescente sensação de crise ou fracasso associados à educação científica tradicional, tal como já constatado por alguns investigadores em finais dos anos 80 (Collins & Bodner, 1986), surgindo a necessidade de se encontrarem alternativas à educação científica tradicional. Estudos internacionais recentes revelam baixos níveis de conhecimento científico de jovens na escolaridade obrigatória e uma tendência para estes se afastarem das áreas científicas e tecnológicas nos seus percursos educativos posteriores (Martins, Pedrosa & Rebelo, 2008).

Os resultados dos projetos de avaliação do desempenho dos jovens, de diferentes níveis de ensino, na área das ciências, designadamente o Projeto PISA - Programme for International Student Assessment (OCDE, 2002) destinado à avaliação da literacia científica revelada por jovens de quinze anos de idade, mostram que o grau de compreensão e aprendizagem alcançado pelos alunos em temas de ciências é preocupante (Duarte, 2004).

Nos resultados do ciclo PISA 2006, particularmente destinado à avaliação de competências na área das ciências, no relatório *Science Competencies for Tomorrow's World*, pode constatar-se que, em média, nos países da OCDE, apenas 1,3% dos jovens de quinze anos de idade atingiu o nível mais elevado de proficiência, sendo capazes, de forma consistente, de identificar, explicar e aplicar o conhecimento científico e o conhecimento sobre a Ciência, em situações variadas da vida complexa do dia a dia. Relativamente aos resultados do ciclo PISA 2009, embora com menor enfoque na área das ciências, não existem alterações significativas nestes resultados, na generalidade dos países da OCDE. No entanto, na realidade portuguesa constata-se uma ligeira melhoria do desempenho dos jovens na área das ciências.

De uma maneira geral, os resultados da investigação nesta área continuam a mostrar, tal como já referido por Duarte (2004), que a maior parte dos alunos e dos cidadãos não compreende as ciências que estuda e nas quais se baseia uma boa parte da tecnologia que utiliza no seu quotidiano.

Os estudos de investigação na área da educação em ciências vieram revelar limitações da educação científica tradicional, surgindo a discussão à volta do conceito da literacia científica desde finais dos anos 90 (Driver & Osborne, 1998; Hurd, 1998; Fensham & Harlen, 1999). Neste contexto, surgiu a necessidade de renovar os currículos de ciências e, sobretudo, de encontrar novas formas de ensinar ciências (Solomon, 2001).

O conceito de literacia científica, tal como é utilizado no PISA, remete para a capacidade dos alunos aplicarem os seus conhecimentos e analisarem, raciocinarem e comunicarem com eficiência, à medida que colocam, resolvem e interpretam problemas numa variedade de situações concretas (OCDE, 2003). Nesta perspetiva, o ensino das ciências deixa de ter como objetivo formar futuros cientistas, tal como havia sido preconizado durante décadas, para passar a ser o de formar cidadãos capazes de estabelecer uma inter-relação com as ciências, a tecnologia e a sociedade, numa perspetiva crítica (Duarte, 2004).

Na realidade portuguesa, de acordo com Leite (2008), o Currículo Nacional do Ensino Básico (DEB, 2001b), fundamenta a ideia da educação científica na perspetiva de educar através das ciências, reconhecendo ainda a promoção da literacia científica dos alunos como principal objetivo da educação científica até ao terceiro ciclo do ensino básico. Também no currículo do ensino secundário se reconhece a alfabetização científica como uma meta de educação científica para os estudantes que optam por iniciar uma especialização em Ciência.

De acordo com Leite (2008), parece poder inferir-se que os currículos de ciências portugueses enfatizam as questões que estão no ensino geral, bem como nas agendas de educação científica do

momento. No entanto, de acordo com esta investigadora, torna-se necessário averiguar se a filosofia inerente aos currículos de ciências portuguesas é reconhecida por professores nas suas práticas de ensino, bem como nos materiais didáticos que os auxiliam nessas práticas letivas.

A atual corrente de pensamento acerca das finalidades desejadas da educação científica enfatiza o conhecimento científico (incluindo o conhecimento da metodologia científica) e o reconhecimento da contribuição da Ciência para a sociedade. Alcançar aquelas finalidades requer a compreensão de conceitos e de explicações científicas importantes, bem como do alcance e das limitações da Ciência no mundo, implicando ainda uma atitude crítica e uma abordagem reflexiva da Ciência (Millar & Osborne, 1998).

Nesta nova dimensão da educação em ciências, o conhecimento sobre as ciências e a HC ganha fundamento. Tal como referem Justi & Gilbert (2000), o conhecimento da HC passa a ser algo que um cidadão cientificamente culto do século XXI não pode ignorar.

Rodriguez & Níaz (2002) defendem também a ideia de que a HC deve constituir uma dimensão indispensável na educação científica dos jovens e que, portanto, deve ser integrada nos currículos de ciências e no ensino das ciências.

Entre os investigadores em ensino das ciências existe um relativo consenso sobre as potencialidades da utilização de uma perspetiva histórica na educação em ciências (Gagliardi & Giordan, 1988; Bevilacqua & Gianeto 1998; Hurd 1998; Matthews, 1994; Duschl, 1994, 1997 e 2000; Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Duarte, 2007). No entanto, são também apontadas algumas críticas relativamente ao valor da utilização da HC na educação em ciências (Lombardi, 1997; Duschl, 2004; Allchin, 2004). De facto, apesar de em inúmeras investigações, publicações e congressos se ter vindo a colocar em evidência o valor da HC no ensino das ciências, continuam a não ser visíveis, de forma significativa, efeitos resultantes da sua utilização na sala de aula (Pereira & Amador, 2007). Também Duarte (2007) salienta que a investigação em educação em ciências dá conta de uma grande preocupação na promoção do ensino das diferentes ciências através da utilização da HC. Esta investigadora refere que esta tendência de investigação se tem traduzido em várias centenas de artigos publicados, livros e antologias, realização de várias Conferências Internacionais e no lançamento em 1992 de uma revista de investigação Science & Education, especialmente dedicada à contribuição da História, Filosofia e Sociologia das Ciências e Matemática.

Numa perspetiva de educação em ciências que tem em conta a preocupação da utilização da HC no ensino das ciências, as analogias podem constituir um valioso recurso, de forma a tornar mais compreensível a explicação de alguns conceitos do âmbito das ciências, por vezes demasiado abstratos

e complexos reconhecendo vários autores (Cachapuz, 1989; Duit, 1991; Treagust *et al.*, 1992; Dagher, 2000; Oliva, 2004) diversas vantagens e potencialidades na exploração de analogias no ensino das ciências. A utilização e exploração de analogias que ficaram associadas à HC, pode ainda ajudar no processo de construção do conhecimento científico e na compreensão da natureza da Ciência, contribuindo, desta forma, para o desenvolvimento de competências preconizadas nos atuais currículos de ciências.

### ***1.2.2 Os manuais escolares e as práticas de educação em ciências***

Os ME são reconhecidos como “recurso didático-pedagógico relevante, ainda que não exclusivo, do processo de ensino e aprendizagem” (artigo 3º, lei nº 47/2006 de 28 de agosto) e, de acordo com Wellington & Osborne (2001), constituem um recurso didático-pedagógico ao serviço das orientações curriculares, pelo que desempenham um papel essencial no processo educativo.

Na prática letiva, os ME continuam a ser um instrumento fundamental do ensino e da aprendizagem, desempenhando um papel preponderante no processo educativo (Brito, 1999; Morgado 2004). Destinam-se prioritariamente aos alunos mas acabam por determinar, em grande parte, o que os professores fazem nas suas aulas (Blanco, 1994; Aran, 1996).

Na realidade portuguesa, até finais dos anos 90, os ME constituíam, para grande parte dos portugueses, o único contacto com os livros durante todo o processo de escolaridade (Silva, 1999) e mesmo para além dela. Além disso, os ME são os livros com mais títulos publicados, com maiores tiragens e os que mais se vendem (Brito, 1999; Silva, 1999), pelo que, segundo Silva (1999), são assim os livros mais presentes nas casas e bibliotecas escolares portuguesas.

Os ME constituem um recurso didático de grande relevância quer para alunos quer para professores, na medida em que muitos professores utilizam os ME não só como recurso didático, mas também como principal fonte de preparação das suas aulas (Tormenta, 1996; Brito, 1999; Duarte, 1999; Cardoso, 2002). Além disso, de acordo com Zabalza (1992), os professores quando planificam as suas aulas não trabalham diretamente com os programas mas sim com os manuais que funcionam como guias de estruturação da aula. A mesma ideia é transmitida por Aran (1996) ao afirmar que os livros de texto condicionam a maneira e o tipo de ensino que se realiza, pois muitos professores utilizam os manuais de forma fechada, ou seja, não considerando outras indicações metodológicas além das veiculadas pelo ME, submetendo o currículo ao manual, quer no que respeita ao conteúdo de aprendizagem, quer quanto à forma de o ensinar.



Por outro lado, segundo Morgado (2004), a maior ou menor relevância dada aos diversos temas abordados nas aulas depende, muitas vezes, da forma como os temas são apresentados nos ME. Assim, os ME revestem-se do estatuto de suporte, por excelência, das práticas letivas, condicionando, entre outros aspetos, os conteúdos a adquirir e as formas de ensinar.

Embora os ME possam desempenhar um papel fundamental como fonte de informação histórica, tendo uma importância extrema no dia a dia de professores (Tormenta, 1996) e dos alunos, vários investigadores (Brush, 2000; Justi & Gilbert, 2000; Niaz, 2000) referem que os ME e livros didáticos não dedicam atenção suficiente aos aspetos históricos da Ciência. Isto porque, apesar de existirem recomendações nos currículos nacionais de ciências para a inclusão de HC em diversos conteúdos, os autores de ME fazem uma reinterpretação dessas orientações na elaboração dos manuais, pelo que a visão da HC transmitida está dependente da visão de HC por eles perfilhada. A este respeito, Leite (2002) considera que os autores de ME podem ter maior importância no papel a atribuir à HC do que as recomendações curriculares. Leite (2002) refere que existe a necessidade de que os autores de ME tomem consciência das limitações e potencialidades de utilização da HC no ensino das ciências e na forma como a apresentam nos seus ME. Esta investigadora considera ainda que a apresentação historicamente organizada do conteúdo científico seria a maneira correta de dar aos alunos uma ideia adequada sobre a natureza da Ciência, a forma como ela se desenvolve e o modo como os cientistas trabalham. No entanto, para Leite (2002), esta abordagem pode ser vista como uma abordagem revolucionária que é incompatível com a maioria dos professores no que respeita à sua formação sobre HC, uma vez que, na generalidade, os professores não estão muito familiarizados com os assuntos históricos das ciências e, por essa razão, não os valorizam.

Os ME, sendo capazes de influenciar práticas letivas de professores, podem transmitir uma visão de maior ou menor proximidade ou afastamento entre a Ciência e contexto histórico em que esta se insere. Além disso, os ME são feitos por pessoas que têm diferentes conceções sobre as ciências e opiniões diferentes sobre o papel da HC na educação em ciências e que podem reinterpretar os currículos nacionais de forma desejável ou indesejável. Assim, importa que os professores adotem atitudes críticas face ao ME e, de um modo especial, às propostas de exploração dos conteúdos a abordar numa perspetiva histórica, a fim de poderem ajudar os alunos no processo de construção de uma adequada visão do conhecimento científico e da natureza da Ciência.

Acresce ainda que, nos currículos de ciências, os ME podem constituir um meio privilegiado de análise do impacto que algumas indicações oficiais, expressas através dos programas em vigor, quer para o ensino básico, quer para o ensino secundário, desempenham nas práticas letivas de

professores. Neste âmbito, diversos estudos sobre a utilização da HC na prática de professores portugueses, embora sendo estudos com características diferentes, quer no que concerne às metodologias utilizadas, quer no que diz respeito à seleção de amostras (Cardoso, 1996; Cachapuz *et al.*, 2000; Martins *et al.*, 2002; Correia 2003), permitem inferir que, apesar de os professores valorizarem a HC no ensino das ciências, esta atitude não parecer ser congruente com as suas práticas de ensino.

Como reinterpretação desta dualidade de postura dos professores de ciências face à HC, os estudos mostram que existem lacunas na formação de professores nesta área, quer na formação inicial, quer na formação contínua (Correia, 2003; Duarte 2005). Existem dificuldades a nível da formação em História e Filosofia da Ciência, do contexto histórico, político e social em que se inserem as descobertas científicas, bem como a nível da epistemologia da Ciência, continuando muitos professores a omitir a HC ou a veicular uma conceção do progresso científico como cumulativo e linear (Duarte, 2004). Salienta-se ainda que, a utilização da HC no ensino das ciências requer o recurso a metodologias de ensino suscetíveis de responderem ao desafio de contribuir para a formação de cidadãos capazes de estabelecer uma relação crítica com as ciências e a tecnologia (Hodson, 1998), em que a dimensão histórica passe a desempenhar um papel fundamental (Duarte, 2004).

A importância do ME na educação em ciências e a importância da HC na educação em ciências levou a que uma importante linha da investigação educacional se tenha debruçado sobre análise de conteúdo histórico dos ME de ciências, de diversas disciplinas e anos de escolaridade (Leite 1986; Leite, 2002; Cardoso, 2002; Rodriguez & Níaz, 2002; Brito, Rodriguez & Níaz, 2005; Baptista, 2006; Pereira & Amador, 2007). Os resultados desses estudos mostram que, de uma forma geral, a maioria dos ME é bastante limitada quanto a inclusão da HC. Estas conclusões podem ser um indicador de que, a constatação de Duschl (1997), há cerca de 15 anos, continua a verificar-se, de tal modo que a educação em ciências continua a valorizar excessivamente os conteúdos abstratos das ciências e a desvalorizar a HC e a natureza das ciências.

### **1.3 Perguntas da investigação**

Assumindo que a TP é um dos conteúdos centrais contemplados nos currículos de ciências, para o qual existem orientações metodológicas que recomendam a sua abordagem numa perspetiva histórica, e sabendo que as analogias desempenham um papel importante na evolução da TP, e tendo ainda em conta que os ME influenciam a abordagem que os professores fazem em sala de aula,

parece pertinente perguntar: Como é feita a abordagem histórica da TP pelos autores de manuais escolares, designadamente no que respeita à utilização de analogias históricas?

Esta pergunta de investigação, mais geral, concretiza-se através das seguintes perguntas específicas:

- Que relação existe entre a abordagem histórica da Tabela Periódica nos diferentes manuais escolares do 9º e 10º ano de escolaridade?
- De que forma são tratadas as Analogias associadas à Tabela Periódica nos manuais escolares de 9º e 10º ano?
- Qual a perceção de autores de manuais escolares de 9º e 10º ano relativamente à inclusão da História das Ciências, designadamente no que respeita à história da Tabela Periódica, nos seus manuais escolares?
- Qual a perceção de autores de manuais escolares de 9º e 10º ano relativamente à utilização das Analogias Históricas na abordagem da Tabela Periódica?

#### **1.4 Importância da investigação**

Os currículos portugueses de ciências apresentam orientações no sentido da inclusão de referências à HC na abordagem de diversos conteúdos de ciências. Por outro lado, os ME desempenham um papel fundamental no contexto escolar, enquanto recurso didático-pedagógico ao serviço das orientações curriculares (Wellington & Osborne, 2001), sendo frequentemente utilizados pelos professores nas suas aulas.

Embora na realidade portuguesa existam já alguns estudos de investigação sobre a inclusão da HC em ME, esta é uma área ainda pouco desenvolvida. Além disso, a investigação nesta área parece apontar no sentido de que a inclusão de HC nos ME está mais dependente da sensibilidade dos autores no que concerne à HC do que das orientações curriculares. Assim, os autores de ME reinterpretem os currículos de acordo com as suas concepções sobre as ciências e o papel da HC na educação em ciências. Essa reinterpretação pode conduzir a uma concretização do espírito do programa com diferentes graus de fiabilidade, podendo inclusivamente levar à contradição do mesmo.

Considerando que os ME podem condicionar práticas letivas de professores e, conseqüentemente, a forma como os alunos aprendem ciências, torna-se pertinente desenvolver uma investigação que permita compreender a abordagem histórica da TP feita pelos autores de ME, designadamente no que respeita à utilização de analogias históricas, a fim de conhecer o modo como lidam com a TP. Isto porque este é um dos tópicos de química mais rico, do ponto de vista histórico, e,

por isso, mais capaz de servir o objetivo programático de compreender como as ideias científicas evoluíram ao longo dos tempos.

Esta investigação permitirá compreender de que forma é abordada a história da TP nos ME do ensino básico e secundário, e qual a perceção de autores de ME no que concerne à abordagem histórica da TP adotada em diferentes manuais. Desta forma, poderá dar um contributo para a ajudar os professores, no processo de adoção de ME, a selecionarem, de forma crítica e fundamentada, os manuais que invistam em metodologias adequadas ao cumprimento das finalidades previstas nos currículos de ciências, em particular no que concerne à utilização de uma perspetiva histórica no ensino e aprendizagem das ciências. Por outro lado, pode também dar um contributo para a formação de professores, na medida em que poderá sensibilizar para a importância e os cuidados a ter na utilização da HC no ensino das ciências, bem como potencializar uma maior exigência em futuros processos de adoção e seleção de ME.

### **1.5 Limitações da investigação**

Este trabalho de investigação que teve como objetivo de estudo analisar de que forma é feita a abordagem histórica da TP pelos autores de ME, designadamente no que respeita à utilização de analogias históricas, apresenta algumas limitações. Uma relacionam-se com a própria amostra selecionada; outras são resultantes do tipo de análise efetuada, bem como dos processos utilizados no tratamento dos dados. Deste modo, consideram-se como principais limitações desta investigação os seguintes aspetos:

- A subjetividade inerente à análise de documentos, efetuada no estudo com ME, apesar de essa análise ter sido feita com recurso a uma grelha de análise, e tenham sido adotadas técnicas com vista à sua minimização. De acordo com Bardin (2009), a análise de conteúdo é suscetível de diferentes interpretações, pelo que é possível que a análise dos ME que constituem a amostra em estudo possa refletir apenas uma das possíveis interpretações, evidenciando as conceções da investigadora sobre a utilização da HC as questões metodológicas associadas à sua introdução no ensino das ciências. Estas conceções poderão ter influenciado a análise dos dados recolhidos, embora tenha sido feito um esforço de minimizar este facto, tendo a investigadora adotado estratégias com vista à sua minimização (tais como, a repetição da análise e confrontação dos resultados obtidos em dois momentos);
- A subjetividade inerente à análise de conteúdo das entrevistas efetuadas a autores de ME, pois apesar de se ter recorrido a um guião semiestruturado, poderão ter persistido algumas

dificuldades de interpretação das respostas dos entrevistados, na medida em que, mais uma vez, as percepções da investigadora sobre a utilização da HC poderão ter influenciado a categorização das respostas e a interpretação dos dados recolhidos. No entanto, foi feito um esforço de minimizar este facto através, entre outros, da discussão permanente com a orientadora desta dissertação;

- As respostas dos entrevistados podem refletir a forma como cada um domina melhor ou pior o assunto em análise, de acordo com a formação que têm ou até, porque podem ter respondido em função do que lhes parece que mais agrada à investigadora, o que por sua vez pode não significar uma (des)valorização atribuída à HC e à exploração de analogias históricas seja sinónimo de (des)interesse por parte dos autores relativamente à sua utilização no ensino das ciências;
- A dimensão da amostra de autores de ME, na medida em que, por um lado, houve necessidade de limitá-la e restringi-la, tendo-se optado por uma amostra constituída por quatro autores de ME, sendo dois do 9º ano e dois do 10º ano, que se encontravam entre os quatro manuais mais vendidos em cada um dos anos (9º e 10º ano) e que estavam disponíveis para serem entrevistados, tendo em conta o tempo disponível para a concretização deste trabalho. Por outro, porque se admitiu que, na impossibilidade de entrevistar todos os autores de cada equipa de autores responsáveis por cada manual, se entrevistaria um representante de cada equipa de autores e se admitiu que todos perfilhavam a mesma conceção de HC e tinham a mesma opinião no que concerne quer à utilização da HC no ensino das ciências, quer relativamente à utilização de analogias no ensino das ciências. Partiu-se assim do princípio, que pode não ser totalmente verdadeiro, que todos os autores de um dado manual têm visões semelhantes sobre o assunto em causa;
- Por último, salienta-se que, as conclusões que possam advir da presente investigação dizem apenas respeito ao conteúdo histórico relativamente ao tópico de ensino 'Tabela Periódica' pelo que não se podem tirar conclusões quanto à qualidade geral dos ME analisados.

## 1.6 Plano geral da dissertação

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos.

O primeiro capítulo tem como finalidade apresentar e contextualizar a investigação, pelo que compreenderá a contextualização geral da investigação, os objetivos a alcançar, a importância e as limitações que estão inerentes à investigação realizada e, por último, o plano geral da dissertação.

No segundo capítulo far-se-á uma revisão de literatura relevante para o tema da dissertação. O capítulo encontra-se dividido em três subcapítulos que versam: a HC na educação em ciências; a história da TP e educação em ciências; e as analogias e o ensino e aprendizagem da história da TP.

O terceiro capítulo tem como objetivo a descrição e a justificação da metodologia de investigação utilizada. Este capítulo encontra-se dividido em dois subcapítulos, um correspondente ao estudo sobre a história da TP nos ME do ensino básico secundário e, outro correspondente ao estudo das opiniões de autores de ME do ensino básico e secundário. Em cada destes dois subcapítulos, caracteriza-se a população e a amostra, justificam-se as técnicas e apresentam-se os instrumentos de recolha de dados, e descreve-se a forma como os mesmos foram recolhidos, tratados e analisados.

No quarto capítulo apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos. Por uma questão de simplificação, apresentação e discussão dos resultados, decidiu-se distribuir esta apresentação por dois subcapítulos, um destinado à história da TP nos ME, e outro destinado às opiniões de autores dos ME.

No quinto capítulo, o último desta dissertação, apresentam-se, em estreita ligação com as três questões de investigação formuladas, as conclusões gerais, decorrentes dos resultados obtidos em cada um dos estudos, relacionando depois todos eles, para responder à questão geral de investigação. Neste capítulo faz-se ainda uma análise e discussão das implicações educacionais dos resultados obtidos e apresentam-se sugestões para futuras investigações.

Termina-se esta dissertação com uma secção relativa às referências bibliográficas, mencionadas explicitamente ao longo do texto, seguida de outra secção destinada ao conjunto de anexos considerados relevantes para a compreensão deste trabalho de investigação.



## CAPÍTULO II

### REVISÃO DE LITERATURA

#### 2.1 Introdução

Neste capítulo efetua-se uma revisão de literatura relevante na área em estudo, com o intuito de estabelecer uma fundamentação teórica para a investigação realizada. O presente capítulo encontra-se organizado em três subcapítulos. No primeiro (2.2), aborda-se o papel da HC na educação em ciências, começando-se por referir os contributos da HC na educação em ciências, apresentando-se potencialidades e limitações desta abordagem, para depois se fazer o seu enquadramento em currículos e ME. Por fim, faz-se ainda referência aos autores de ME recorrendo para isso a alguns estudos com autores de manuais no que concerne à exploração da HC. No subcapítulo seguinte (2.3), aborda-se a história da TP no âmbito da educação em ciências, começando-se por fazer uma apresentação da sua evolução histórica, para depois se proceder a uma abordagem sobre as analogias utilizadas na evolução da TP, para por fim se proceder à contextualização da história da TP em currículos e ME. No último subcapítulo (2.4), procede-se a uma abordagem sobre as analogias e o ensino e aprendizagem da história da TP, começando-se por referir as analogias e a educação em ciências, para seguidamente se fazer uma apresentação das analogias históricas utilizadas no ensino e aprendizagem da TP e, por último, faz-se uma referência aos autores de ME e à sua utilização das analogias em geral, e das analogias históricas em particular.

#### 2.2 História das Ciências na educação em ciências

##### *2.2.1 Contributos da História das Ciências para a educação em ciências*

A educação em ciências é atualmente uma dimensão indispensável na educação dos jovens (Duarte, 2004) ao contribuir para a promoção da literacia científica e para o desenvolvimento da cidadania.

Neste contexto, a HC surge como uma dimensão indispensável à educação em ciências (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Duarte, 2004). A nível nacional esse reconhecimento surge no contexto da reorganização e reforma curricular ocorridas no âmbito das Ciências Físicas e Naturais, em que claramente se enuncia a importância da HC na formação dos alunos.



Desde finais do século XIX que têm sido feitas tentativas para introduzir HC nos cursos de ciências (Leite, 1986), considerando alguns professores ingleses que a introdução de HC nas aulas de ciências constituía uma motivação para os seus alunos (Sequeira & Leite, 1988). No entanto, o movimento a favor da introdução da HC na educação em ciências atingiu o seu auge na década de sessenta do século XX, em Harvard com o Projeto Física, cujos autores acreditavam que a apresentação dos temas numa perspetiva histórica e cultural permitiria que os alunos encarassem a Física como uma atividade humana (Sequeira & Leite, 1988). Contudo, a discussão em torno da introdução da História e Filosofia das Ciências na educação em ciências ganhou novo impacto no final dos anos 80 com a conferência que decorreu na Universidade do Estado da Florida nos USA (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). Vários artigos têm sido publicados desde essa época, referindo a necessidade e as vantagens de se incluir HC nos currículos, salientando que a sua introdução no ensino básico e secundário ajudaria os estudantes a chegar a uma melhor compreensão dos conceitos científicos (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). Além disso, estes autores referem que a HC permitiria ainda revelar o caminho percorrido pelos cientistas, nos seus avanços e recuos, de construção do conhecimento científico, tendo em conta o contexto socioeconómico de épocas passadas.

Cachapuz, Praia & Jorge (2002) consideram que a HC é um recurso didático valioso na medida em que o conhecimento de alguns casos históricos e a análise de algumas controvérsias históricas permite entender como se constrói a Ciência e o que significam as teorias, evitando uma visão dogmática e acabada da Ciência. Estes autores referem ainda a importância da HC ao permitir reforçar a ideia de que as teorias se vão substituindo e têm o carácter de explicações provisórias.

Carrascosa (2005) refere também a necessidade de um maior conhecimento da HC, por parte dos professores, ao desenvolverem estratégias de ensino e aprendizagem, como forma de promover a mudança conceptual. De acordo com este autor, o correto conhecimento de como se desenvolveram e apresentaram muitos dos conhecimentos científicos, as controvérsias em que muitos cientistas se viram envolvidos, podem ajudar a compreender muitas das conceções alternativas dos alunos, e mais importante ainda, ajudar a resolvê-las aproximando-as do nível de formulação científica desejada.

Outro argumento importante a favor da HC é apresentado por Gil Pérez (1993), que salienta o papel da história e filosofia das ciências no ensino das ciências referindo que na construção do conhecimento científico, os alunos evidenciam semelhanças e dificuldades que podem ser comparáveis às que ocorrem na comunidade científica. Muitos investigadores referem ainda a semelhança ou paralelismo existente entre algumas conceções alternativas dos alunos e certas ideias que se desenvolveram num determinado período da HC (Piaget & Garcia, 1987; Mas, Perez & Harris, 1987;

Nussbaum, 1989; Gil Pérez, 1993; Pedrinaci, 1999; Hernández González & Prieto Pérez, 2000; Carrascosa, 2005).

Entre os defensores da inclusão da HC no ensino das ciências, é proposta uma abordagem contextualista da HC, isto é, onde as ciências sejam ensinadas nos seus, diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico. Segundo Matthews (1992), a perspectiva contextualista pressupõe a ideia de que a HC contribui para o ensino das ciências, na medida em que permite mostrar que o conhecimento científico atualmente aceite é mutável e que, por isso, está sujeito a transformações.

Matthews (1994) apresenta várias razões para a integração da HC na educação em ciências: promove uma melhor compreensão dos conceitos e métodos científicos; constitui um meio eficaz de promover as aprendizagens, considerando o autor que alguns episódios importantes da HC e da cultura científica devem ser do conhecimento dos alunos; desempenha um papel fundamental na compreensão da natureza do conhecimento científico; permite combater o cientismo e o dogmatismo, frequentemente encontrados nos textos científicos; humaniza os conceitos científicos, tornando-os menos abstratos e mais acessíveis para os estudantes.

Matthews (1994) refere ainda que é possível estabelecer uma interligação entre o pensamento individual e o desenvolvimento das ideias científicas, pois tal como defendido por Piaget & Garcia (1987), os mecanismos de passagem de um período histórico ao seguinte, no contexto de um sistema nocional (álgebra, geometria, mecânica) são análogos aos de uma mudança de estágio genético. De acordo com os referidos autores, um conhecimento não poderia estar dissociado do seu contexto histórico, pelo que, a história de uma noção fornece alguma indicação sobre o seu significado epistémico. Assim, de acordo com os referidos autores, as etapas do saber não se sucedem simplesmente em ordem linear, o que poderia levar a pensar que os conhecimentos mais elementares não desempenham qualquer papel na sequência de construção do conhecimento, mas porque cada estágio ou período começa com uma reorganização daquilo que ele herda dos estágios precedentes.

Cachapuz, Praia & Jorge (2002) referem a importância da HC no sentido de revelar aos alunos que o conhecimento científico é uma construção humana, e que não deve ser sobrevalorizada a ideia de HC como resultante da ação isolada de grandes Homens, desprovida dos contextos históricos, sociais e culturais da época em que estão inseridos. Assim, de acordo com estes autores, torna-se necessário transmitir uma visão da HC que refira sucessos e insucessos, avanços e recuos, debates e conflitos e, sobretudo, de que a construção científica teve no passado, assim como continua a ter hoje, um caráter de construção coletiva. Deve ainda ser acentuada a ideia de que a evolução científico-

tecnológica está dependente da tomada de decisões político-sociais, pelo que se torna necessário reconhecer o percurso da própria HC. Segundo os referidos autores, outro argumento a favor da utilização da HC é que esta contribui para uma melhor ligação e articulação entre os conhecimentos dos estudantes, ajudando-os a conhecer melhor o significado dos conceitos, ao serem confrontados com as dificuldades que surgiram na origem destes.

Contudo, se por um lado se defende a utilização da HC no ensino das ciências, por outro, é necessário ter em conta os problemas resultantes dessa utilização (Matthews, 1994): a extensão dos currículos que leva a que se subvalorize a HC, em detrimento do cumprimento destes, ou frequentemente, o estudo da HC é feito apenas em termos da biografia dos cientistas (datas e nomes); escassez de material de apoio adequado; formação dos professores pouco adequada nesta área.

Algumas correntes atacam o uso da História no ensino das ciências argumentando que a exposição à HC enfraquecia as convicções científicas necessárias à conclusão bem-sucedida da aprendizagem da Ciência (Kuhn, 1970), e que a única história possível nos cursos de ciências era a 'pseudo-história' (Klein, 1972), já que a perspectiva do historiador era diferente da do cientista.

Whitaker (1979) explora outro problema associado à inclusão da HC no ensino das ciências, criando o conceito da 'quasi-história' para se referir à utilização de material histórico, na construção de uma nova recontagem dos factos históricos, mas sem a preocupação do rigor histórico. Nesta perspetiva a quasi-história corresponderia à "distorção dos acontecimentos históricos quando são tratados com fins pedagógicos" (Whitaker, 1979, p.6).

Como consequência, a quasi-história conduziria os alunos a pensar que o estabelecimento de leis e princípios científicos foi óbvio embora, na realidade, as descobertas e leis científicas sejam, geralmente, consequência de muito trabalho, discussão e, por vezes, conflitos e controvérsias (Sequeira & Leite, 1998). Outro dos problemas associado à utilização da HC no ensino das ciências está relacionado com o distorcer da História, ao transformá-la numa mera cronologia, sequência de nomes famosos, e biografias dos cientistas (Sequeira & Leite, 1998) reproduzindo-se a versão popular e nem sempre correta da História.

Embora não existam evidências conclusivas, diversos autores consideram que a utilização da HC pode ser potencialmente vantajosa, e apresentar diversos contributos no contexto atual da educação em ciências, quer para os alunos, quer para a formação de professores.

### ***2.2.2 História das Ciências em currículos e manuais escolares***

Nas Orientações Curriculares para o 3º ciclo do ensino básico de Ciências Físicas e Naturais (OCCFN), entendidas como uma forma de enfatizar as possibilidades de gestão de conteúdos e de implementação de experiências educativas adaptáveis aos contextos em que os alunos estão inseridos, recomenda-se a inclusão da HC nos conteúdos a lecionar (DEB, 2001a). Nesta perspetiva, fundamenta-se o papel da HC no Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB), tomando como ponto de partida a necessidade de se “conhecer relatos de como ideias importantes se divulgam e foram aceites e desenvolvidas, ou foram rejeitadas e substituídas” (DEB, 2001b, p.130), de forma a evidenciar o carácter dinâmico da Ciência, e a “reconhecer que o conhecimento científico está em evolução permanente, sendo um conhecimento inacabado” (DEB, 2001b, p.130). Nas OCCFN reconhece-se ainda o conhecimento epistemológico como uma competência a desenvolver para promover a literacia científica, fundamental para o exercício pleno da cidadania. Esta competência poderá ser desenvolvida através da “análise e debate de relatos de descobertas científicas, nos quais se evidenciem êxitos e fracassos, persistência de modos de trabalho de diferentes cientistas, influências da sociedade sobre a Ciência”(DEB, 2001a, p.5).

No programa de Física e Química A do 10º ano, homologado em março de 2001, e do 11º ano, homologado em abril de 2003, também surge como um dos objetivos gerais a alcançar “conhecer marcos importantes na História da Física e da Química” (DES, 2001, p.10). Desta forma, fundamenta-se a inclusão da HC nos currículos de ciências do ensino secundário como forma de compreender que foram os contributos de vários cientistas que permitiram chegar ao estado atual do conhecimento, de forma a evidenciar o seu carácter dinâmico e evolutivo (DES, 2001).

Assim, quer as OCCFN 3º ciclo do ensino básico (DEB, 2001a), quer os novos programas de Física e Química A do ensino secundário (DES, 2001) remetem para a inclusão da HC na abordagem de diversos conteúdos e reconhecem o conhecimento epistemológico como uma competência a desenvolver para promover a literacia científica.

As orientações fornecidas quer pelo CNEB, quer pelo currículo de Física e Química A do ensino secundário, são reinterpretadas pelos autores dos ME que por sua vez influenciam os professores nas suas práticas letivas, uma vez que, de acordo com alguns estudos de investigação, os ME são um dos recursos mais utilizados pelos professores de Física e Química, quer como fonte de informação, quer como auxiliar na preparação das suas aulas (Cachapuz *et al.*, 1989), e constituem a principal fonte de informação histórica para os professores (Correia, 2003).

Reconhecendo ainda os ME como um “recurso didático-pedagógico relevante, ainda que não exclusivo, do processo de ensino e aprendizagem” (artigo 3º, lei nº 47/2006 de 28 de agosto) e que, de acordo com Wellington & Osborne (2001) constituem um recurso didático-pedagógico ao serviço das orientações curriculares, desempenhando um papel essencial no processo educativo, parece pertinente averiguar que reinterpretação farão os autores de ME ao nível da inclusão de HC na educação em ciências.

No entanto, a investigação sobre análise de conteúdo histórico de alguns temas abordados em ME indica que existem grandes discrepâncias quer no que concerne à quantidade, quer à qualidade do conteúdo ou informação histórica apresentada (Leite 1986; Cardoso, 2002). A este respeito, Leite (2002) considera que os autores de ME podem ter maior importância no papel a atribuir à HC do que as recomendações curriculares.

No que concerne à HC veiculada pelos ME, um estudo realizado por Cardoso (2002) mostra que muitas das descrições e textos sobre HC apresentados pelos ME relatam ações isoladas de grandes Homens, não salientando o progresso contínuo e gradual da Ciência e o seu carácter dinâmico. De acordo com esta investigadora, verifica-se ainda que os aspetos históricos são ignorados e muitas vezes distorcidos ou até tratados de forma muito superficial. Um aspeto particularmente importante e que normalmente não é valorizado é o aspeto das controvérsias históricas, que raramente são mencionadas. Também o papel da comunidade científica no processo de construção das ciências é muitas vezes omitido.

Assim, verifica-se que: existem recomendações nos currículos nacionais de ciências para a inclusão de HC em diversos conteúdos; os autores de ME fazem uma reinterpretação dessas orientações na elaboração dos manuais, pelo que a visão da HC transmitida está dependente da visão de HC por eles perfilhada; os ME são um recurso muito utilizado por professores e alunos, capazes de influenciar práticas letivas de professores e transmitir uma visão de maior ou menor proximidade ou afastamento entre a Ciência e contexto histórico em que este se insere.

### ***2.2.3 Os autores de manuais escolares e a História das Ciências***

Os ME são feitos por pessoas que têm diferentes concepções sobre as ciências e opiniões diferentes sobre o papel da HC na educação em ciências e que podem reinterpretar os currículos nacionais de forma desejável ou indesejável.

Embora na realidade portuguesa existam já alguns estudos de investigação sobre a inclusão da HC em manuais escolares (Leite, 2002; Cardoso 2002; Duarte & Cardoso, 2003; Baptista, 2006; Pereira & Amador, 2007), esta é uma área ainda pouco desenvolvida, onde há muito por investigar.

Num estudo realizado por Baptista (2006), com autores de ME, sobre a inclusão de HC em manuais de Ciências da Natureza de 6º ano de escolaridade, a autora conclui que: a totalidade dos autores entrevistados reconhece e atribui importância à HC; a maioria dos autores entrevistados atribui à integração da HC no ensino das ciências um estatuto de complementaridade considerando-a como opcional e associando-a geralmente ao desenvolvimento de competências ligadas à natureza da Ciência e à evolução do conhecimento científico; os autores referem, como principais obstáculos para a não inclusão de conteúdo histórico, a extensão dos programas, a falta de espaço nos manuais escolares, a desatualização dos professores relativamente à metodologia didática inerente à abordagem da HC nas aulas, considerando ainda que as abordagens históricas não beneficiam o aumento de vendas dos manuais; para os autores, as editoras não são um elemento condicionante do conteúdo histórico, reconhecendo no entanto, que existem preocupações com o volume de vendas, as quais acabam por limitar a inclusão de abordagens históricas em detrimento de conteúdos científicos; entre os autores de manuais escolares entrevistados existe concordância entre as suas conceções de utilização de HC no ensino das ciências e as suas práticas de escrita; a inclusão de referências históricas nos ME surge como uma opção dos autores, de acordo com as suas perceções sobre a HC. Assim, os resultados deste estudo parecem apoiar a ideia apresentada por alguns autores de que a quantidade de informação histórica incluída num manual escolar parece estar relacionada com a importância que o autor do manual atribui à HC na educação em ciências (Leite, 2002; Cardoso, 2002).

## 2.3 História da Tabela Periódica e educação em ciências

### 2.3.1 *A evolução histórica da Tabela Periódica*

Antoine Lavoisier, em 1789, foi o primeiro cientista que se destacou na tentativa de uma ordenação sistemática dos elementos químicos, na época por si designados como 'princípio', 'elemento', 'substância simples' e 'corpo simples'. No seu livro *Traité Élémentaire de Chimie*, Lavoisier agrupou os cerca de 30 elementos já conhecidos em quatro categorias: substâncias simples, substâncias simples metálicas, substâncias simples não metálicas, substâncias simples terrosas (Lavoisier, 1789).

Mais de metade dos elementos hoje conhecidos foi descoberta no século XIX (Chang, 1994), período durante o qual os químicos verificaram que certos elementos tinham grandes semelhanças. A constatação da existência de regularidades nas propriedades físicas e químicas, associada à necessidade de sistematizar a grande quantidade de informação existente sobre os elementos químicos, levou ao desenvolvimento de sistemas de organização dos elementos.

No século XIX, ainda muito pouco se sabia acerca da estrutura dos átomos e não se conheciam as partículas subatômicas pelo que, os trabalhos desenvolvidos consistiram na organização dos elementos de acordo com o seu peso atômico, uma vez que se considerava que o comportamento químico deveria relacionar-se, de certa forma, com essa propriedade.

Em 1817, o alemão Johann Döbereiner, ao tentar estabelecer uma relação matemática entre os elementos químicos, baseando-se para isso, na determinação dos pesos atômicos realizada por Berzelius, verificou que num conjunto de três elementos químicos, constituído pelo cálcio, estrôncio e bário, o peso atômico do estrôncio era aproximadamente igual à média dos pesos atômicos do cálcio e do bário (Chang, 1994; Brito, Rodríguez & Niaz, 2005) e que existiam semelhanças de comportamento químico entre estes elementos. Posteriormente, em 1829, Döbereiner constatou ainda que este tipo de semelhanças no comportamento químico se verificava com outros grupos de três elementos, a que chamou triades, e que organizou por ordem crescente do peso atômico de cada elemento, tais como: o lítio, o sódio e o potássio; o cloro, o bromo e o iodo; o enxofre, o selênio e o telúrio; o ferro, o cobalto e o manganésio.

O principal problema do sistema de classificação apresentado por Döbereiner estava relacionado com o facto de os pesos atômicos não estarem, na época, corretamente determinados (Bruto, Rodríguez & Niaz, 2005). Acresce ainda que a teoria atômica de Dalton era muito recente e não tinha sido conclusivamente demonstrada (van Spronsen referido por Brito, Rodríguez & Niaz, 2005). No entanto, de acordo com Scerri (2007), o reconhecimento das triades representou o primeiro passo importante em ordem à eventual construção do sistema periódico moderno. Este investigador considera que o conceito de triade estava correto, mas nem sempre funcionava perfeitamente, não por ser uma ideia inadequada mas porque os dados disponíveis não eram suficientemente rigorosos.

Em 1862, Alexandre De Chancourtois, apresentou outro sistema de organização dos elementos então conhecidos, dispendo-os por ordem crescente dos seus pesos atômicos, ao longo de uma linha em espiral que recobria uma superfície cilíndrica. Os elementos eram organizados nessa linha de acordo com aquilo que Chancourtois designou como “números” crescentes, referindo-se aos pesos atômicos dos elementos (Scerri, 2007). Estes números eram escritos ao longo de uma linha vertical

que estava na origem de um cilindro. A base circular do cilindro estava dividida em 16 partes iguais. A espiral era traçada com um ângulo de  $45^\circ$  relativamente ao eixo vertical de forma a que a linha da hélice dividia cada uma das suas espiras em 16 partes iguais, em que o décimo sétimo ponto ficava diretamente por cima do primeiro, o décimo oitavo por cima do segundo, e assim sucessivamente. Como resultado desta representação, os elementos cujos números característicos diferem em 16 unidades ficam alinhados em colunas verticais. Alexandre De Chancourtois foi o primeiro a reconhecer que as propriedades dos elementos eram uma função do seu peso atómico (Brito, Rodríguez & Niaz, 2005; Scerri, 2007). Nesta nova organização dos elementos, que ficou conhecida por 'caracol de Chancourtois' ou 'parafuso telúrico' (Strathern, 2002, p. 223), surgia uma das tríades de Döbereiner. Mas, apesar de este sistema mostrar a existência de uma periodicidade, revelou-se pouco consistente, o que impediu a sua aceitação pela comunidade científica. Entre as principais razões para a fraca aceitação do modelo do 'parafuso telúrico', Scerri (2007) refere o facto de que o artigo publicado para a divulgação deste modelo não apresentava o diagrama representativo do modelo, devido a dificuldades do editor em reproduzi-lo.

Outro modelo de organização dos elementos químicos foi proposto pelo químico inglês John Newlands, em 1864, que estabeleceu uma relação a que chamou Lei das Oitavas (Chang, 1994). Newlands foi o primeiro cientista a dispor os elementos num quadro com sete colunas, por ordem crescente de peso atómico (Strathern, 2002) atendendo, também, à semelhança de propriedades químicas. No entanto, não utilizou os pesos atómicos calculados por Cannizzaro. Nesta disposição, Newlands apresentou onze grupos de elementos com propriedades análogas, cujos pesos atómicos diferiam de oito ou de um múltiplo de oito (Scerri, 2007). Os elementos foram organizados de forma a que qualquer elemento tinha propriedades semelhantes às do oitavo elemento que se lhe seguia: este facto foi interpretado por analogia às oitavas da escala musical. No entanto, Newlands verificou que esta lei periódica não era válida para além do cálcio e o seu trabalho não foi aceite pela comunidade científica (Chang, 1994).

Tanto no modelo de Chancourtois como no modelo de Newlands, estava já presente a noção de periodicidade das propriedades dos elementos químicos. Por um lado, Chancourtois foi o primeiro cientista a mostrar que as propriedades dos elementos eram uma função periódica dos seus pesos atómicos (Scerri, 2007). Por outro, a ideia apresentada por Newlands de que existia uma repetição regular de propriedades dos elementos após um certo intervalo ou conjunto de elementos, é, na opinião de Scerri (2007), a essência da Lei Periódica.



Dois modelos de organização periódica dos elementos, historicamente menos conhecidos, são o modelo apresentado por William Odling em 1864 e o modelo apresentado por Gustavus Hinrichs em 1867. Odling publicou uma versão da TP onde os elementos estavam organizados por ordem crescente dos seus pesos atômicos e os elementos que apresentavam similaridades de propriedades apareciam em colunas verticais (Scerri, 2011). Esta proposta de organização periódica precedeu o modelo de Newlands e tinha semelhanças com a primeira TP apresentada por Mendeleev, evidenciando também 'espaços vazios' (Scerri, 2011). Odling e Newlands, trabalhando independentemente, chegaram ambos, no mesmo ano, ao conceito de periodicidade e, embora o modelo de Newlands apenas apresentasse 24 dos 60 elementos conhecidos, Odling conseguiu organizar 57 dos 60 elementos (Scerri, 2007). No entanto, de acordo com Scerri (2011), não é clara a razão pela qual a descoberta da periodicidade por Odling não ganhou a aceitação da comunidade científica, uma vez que Odling tinha boas referências no meio acadêmico, ao contrário de Newlands que havia sido ridicularizado pela analogia apresentada. Em 1867, Gustavus Hinrichs apresentou também uma proposta de organização dos elementos, num arranjo radial em que relacionou a existência de regularidades numéricas nas órbitas planetárias com as regularidades numéricas existentes entre as riscas espectrais dos átomos de um elemento químico (Scerri, 2007). Embora de acordo com vários investigadores a explicação apresentada por Hinrichs fosse 'elegante', na realidade este modelo não teve aceitação, talvez porque se baseou em argumentos astronômicos, apresentando-se, de acordo com Scerri (2007) como um modelo peculiar.

Apesar da noção de periodicidade já estar presente nos modelos de Chancourtois e de Newlands, foi o químico russo Dimitri Ivanovich Mendeleev que, em 1869, procurou estabelecer um padrão que permitisse organizar toda a informação acerca dos elementos, e descobriu que existia uma repetição regular e periódica das suas propriedades.

O trabalho desenvolvido por Mendeleev em torno da classificação periódica dos elementos químicos foi muito influenciado pela sua participação no Congresso de Karlsruhe, em 1860, na Alemanha. Este congresso constituiu o marco mais importante do séc. XIX na área da Química, contribuindo para a definição de conceitos básicos utilizados pelos cientistas e que ainda não estavam bem clarificados, tais como: o conceito de átomo e de molécula; o conceito de peso atômico e molecular; a unificação de critérios para a escrita de uma fórmula química e de uma nomenclatura definitiva (Freire Pais, 2009). A distinção entre pesos atômicos e moleculares e a adoção de novos pesos atômicos propostos por Stanislao Cannizzaro foi fundamental para o desenvolvimento dos trabalhos que se seguiram. As novas ideias emergentes do congresso tiveram um grande impacto nos

trabalhos desenvolvidos por Meyer (na Alemanha) e por Mendeleev (Rússia) e, segundo Ramón Cid (2009), foram determinantes para Mendeleev quando, de volta a San Petersburgo, em 1861, se dedicou ao desenvolvimento de uma classificação periódica dos elementos químicos. Os novos pesos atômicos recalculados por Mendeleev, com base nos novos pesos atômicos adotados no congresso de Karlsruhe, permitiram-lhe escrever o seu livro *The Principles of Chemistry* onde publicou a primeira TP dos elementos, em 1869.

A primeira versão da TP apresentada por Mendeleev, na altura professor de Química Geral na Universidade de San Petersburgo, à Sociedade Química Russa, estava alicerçada na ideia central de que o peso atômico era a propriedade que melhor permitia agrupar os elementos com comportamento químico semelhante (Ramón Cid, 2009). A classificação de Mendeleev representava um grande avanço relativamente à de Newlands em dois aspetos: por um lado, agrupou os elementos de forma mais exata, de acordo com as suas propriedades; por outro, previu a existência, com base na periodicidade e nas propriedades químicas, de muitos elementos que ainda não tinham sido descobertos (Chang, 1994). No entanto, de acordo com alguns investigadores (Scerri, 2007; Ramón Cid, 2009), apesar de todo o mérito do trabalho de Mendeleev, muitos dos passos que geralmente lhe são exclusivamente atribuídos no estabelecimento da TP, já haviam sido dados antes por investigadores tais como Johann Döbereiner, Alexandre de Chancourtois, John Newlands, e Lothar Meyer. Todos apresentaram propostas que, embora parciais, eram baseadas na organização dos elementos com base nos seus pesos atômicos.

Alguns investigadores (Scerri & Worrall, 2001; Ramón Cid 2009) salientam o paralelismo dos trabalhos de Dimitri Mendeleev e Lothar Meyer que, embora trabalhando independentemente, apresentaram uma classificação periódica dos elementos químicos muito próxima, e consideram que isso só foi possível pelo facto de terem estado ambos presentes no Congresso de Karlsruhe, em 1860. Na mesma época em que Mendeleev apresentou a sua classificação periódica dos elementos, o químico alemão, Lothar Meyer propôs um sistema de disposição dos elementos também baseado na repetição regular de propriedades periódicas (Chang, 1994). No entanto, todo o mérito da descoberta da Lei Periódica atribui-se quase exclusivamente a Mendeleev, pois além de Lothar Meyer ter deixado escrito que a criação da TP se deve a Mendeleev, o facto é que este revelava uma extraordinária personalidade e uma clarividência científica muito grande (González Duarte, 2009), tendo o seu trabalho adquirido maior destaque. No entanto, para vários historiadores e filósofos das ciências, o trabalho de Mendeleev não foi central mas, antes pelo contrário, foi um entre vários:

“O sistema periódico não foi descoberto por Dimitri Mendeleev, sozinho, como geralmente se pensa, nem mesmo por Mendeleev e Julius Lothar Meyer. Foi descoberto por cinco ou seis

indivíduos, mais ou menos na mesma época, na década de 1860, depois da adoção de novos pesos atômicos no Congresso de Karlsruhe.” (Scerri, 2007, p.63)

As primeiras versões das tabelas publicadas por Mendeleev tinham algumas inconsistências, que se resolveram nas sucessivas versões, devido ao facto de os elementos estarem colocados por ordem crescente de peso atômico. Um exemplo disso era o caso do árgon, que, nas tabelas de Mendeleev, aparecia na posição ocupada pelo potássio, na TP atual (Chang, 1994). No entanto, a criatividade produtiva ou mesmo a ideia de ‘genialidade’ já estava presente nas previsões de Mendeleev relativamente aos novos elementos: os pontos de interrogação na TP indicavam os elementos químicos não existentes mas que ainda iam ser descobertos (Bermejo, Noya & Pedrido 2009; Freire Pais, 2009; Pintos Barral, 2009).

Em 1871 Mendeleev publicou um artigo onde previu a existência de alguns elementos químicos: o eka-alumínio (gálio), o eka-silício (germânio) e do eka-boro (escândio). Estes elementos foram descobertos em 1875 (gálio), 1876 (germânio) e 1879 (escândio), confirmando-se as previsões. A grande semelhança entre as propriedades previstas por Dimitri Mendeleev para o eka-alumínio e as observadas ainda hoje para o gálio é de tal maneira extraordinária que de imediato se aceitou a veracidade da sua lei periódica (Pintos Barral, 2009). De acordo com vários investigadores (Ramón Cid, 2009; Freire Pais, 2009; Bermejo, Noya & Pedrido, 2009; Pintos Barral, 2009) é notável a precisão com que Mendeleev conseguiu prever as propriedades físicas e químicas destes elementos. Mendeleev decidiu ainda trocar de lugar alguns pares de elementos conhecidos como, por exemplo, o telúrio (Te) e iodo (I), apresentando como justificação que quando o avanço da Ciência possibilitasse uma maior precisão dos processos de medição, constatar-se-ia que o iodo tem maior peso atômico que o telúrio (Freire Pais, 2009). Justifica ainda esta troca com base na comparação das propriedades dos compostos formados por estes elementos.

De acordo com Bermejo, Noya & Pedrido (2009), Mendeleev não foi o primeiro cientista com capacidade preditiva sobre a possível existência de elementos químicos ainda não descobertos: Newlands, em 1864 conseguiu prever a existência de um elemento, germânio (Ge), já descoberto por Winkler em 1886 mas que foi esquecido, entre o silício (Si) e o estanho (Sn). Newlands tentou estabelecer outras tríades além da formada por Si, Xe e Sn, mas o seu método manifestou-se inviável para outros elementos por si previsto (Bermejo, Noya & Pedrido, 2009).

Segundo Freire Pais (2009), a HC não conhece nenhum outro exemplo de prognóstico de uma tão grande quantidade de propriedades físicas e químicas. Mendeleev foi capaz de prever a existência de dez novos elementos (hoje perfeitamente identificados: Sc, Ga, Ge, Tc, Re, Po, Fr, Ra, Ac e Pa) e,

embora nem todos os elementos por si propostos tenham sido confirmados, a sua capacidade de previsão, a sua clarividência científica, a potencialidade do seu método preditivo permanece incompreensível mesmo para o conhecimento atual (Pintos Barral, 2009).

Vários autores (Asimov, Maher & Lipton referidos por Freire Pais, 2009) salientam que na HC a capacidade de previsão é muito importante para validar uma teoria. No caso da TP de Mendeleev, a acomodação preliminar dos elementos químicos conhecidos, não gerou grande aceitação entre a comunidade científica. No entanto, a previsão de um número relativamente menor de elementos químicos, gálio (eka-alumínio) e escândio (eka-boro), foi suficiente para que a comunidade científica aceitasse a teoria proposta por Mendeleev, proporcionando um suporte à sua Lei Periódica muito maior do que o suporte proporcionado por todos os elementos anteriormente conhecidos (Freire Pais, 2009). Contudo, outros investigadores (Scerri & Worrall, 2001) referem que a discussão em torno da capacidade de previsão de novos fenómenos *versus* capacidade de acomodação dos fenómenos já conhecidos tem sido muito discutida entre historiadores e filósofos das ciências. Estes investigadores argumentam que o caso de Mendeleev e a previsão de três ‘novos’ elementos químicos (gálio, escândio e germânio) a partir da Lei Periódica, embora tenha tido grande importância, encontra pouco apoio na ideia de que o sucesso da sua capacidade preditiva tenha sido excecionalmente importante no sistema de classificação periódica. Consideram estes investigadores, que a capacidade de acomodação de elementos conhecidos desempenhou igualmente um papel notável, como aconteceu com os 63 elementos conhecidos na época, e como veio a acontecer mais tarde, com a descoberta dos ‘gases nobres’ ou dos elementos conhecidos como ‘terras raras’ (lantanídeos), que se acomodaram na perfeição no sistema de classificação periódica proposto por Mendeleev. Scerri & Worrall (2001) salientam ainda que as correções efetuadas nos pesos atômicos de alguns elementos (como por exemplo o berílio) permitiram que os elementos pudessem encaixar melhor no sistema de classificação periódica, desempenharam um papel igualmente importante. Para estes investigadores, a TP não é uma teoria nem um modelo, mas aproxima-se mais, de acordo com Scerri (2007), de um “princípio organizador”. Por esse facto, as predições da existência de novos elementos químicos são consequências da Lei Periódica (Scerri & Worrall, 2001), tal como referido pelo próprio Mendeleev (1891:

“[...] se todos os elementos forem organizados por ordem dos seus pesos atômicos, obter-se-á uma repetição periódica das propriedades dos elementos. Isto é expresso pela lei periódica: as propriedades dos elementos, bem como as propriedades dos compostos, estão na dependência ou expressam-se algebricamente através de uma função periódica dos pesos atômicos dos elementos.” (p.16)

Na década de 1890, a descoberta dos gases nobres, por Ramsay, veio forçar a incorporação na TP de um novo grupo de elementos (gases nobres), cuja falta de reatividade justifica o facto de não terem sido previstos por Mendeleev (González Duarte, 2009), mas que, no entanto, encaixaram perfeitamente no sistema de classificação proposto por Mendeleev (Scerri & Worrall, 2001).

O contínuo progresso no conhecimento das partículas subatómicas permitiu a Henry Moseley, em 1913, estabelecer o conceito de número atómico. Moseley verificou ainda que as propriedades dos elementos se repetem periodicamente quando estes se colocam por ordem crescente do seu número atómico (Chang, 1994). A Lei Periódica de Moseley foi determinante para a organização dos elementos químicos, passando o número atómico a ser o número de ordem de um elemento na TP.

Na década de 50, do século XX, a TP sofreu a última grande reformulação, com base nos trabalhos desenvolvidos por Glenn Seaborg. Depois da descoberta do plutónio, em 1940, Seaborg descobriu ainda os elementos transuranianos e reconfigurou a TP, colocando os elementos da série dos actínídeos a seguir à série dos lantanídeos, na zona inferior da mesma.

As modificações mais substanciais ao longo dos últimos cerca de 140 anos de existência da TP foram devidas, essencialmente, à incorporação de novos elementos químicos, dando origem a diferentes propostas de ordenação dos elementos, sempre com a intenção de apresentar a regularidades no comportamento químico dos elementos. A revista *The New Scientist*, em 1985, dedicou um número especial a Mendeleev para comemorar o 150º aniversário do seu nascimento, dando conta de que até ao momento se tinham escrito mais de 700 formatos diferentes de TP. No entanto, tal como referido por Armesto Ramón (2009), a classificação proposta por Mendeleev foi tão perfeita que os novos conhecimentos não a alteraram no essencial. Este investigador salienta o engenho e talento do sábio russo Mendeleev chamando à atenção para a desorganização que imperava no conhecimento dos elementos antes dele.

Mendeleev foi condecorado, em 1882, com a medalha Davy, tendo esta medalha sido partilhada com Lothar Meyer pela contribuição para a Lei Periódica. Mendeleev foi também membro de cinco academias de ciências europeias, e membro de honra de muitas outras academias, sociedades e Universidades. No entanto, apesar de ter sido o cientista mais importante do seu país, nunca foi admitido como membro da Academia de Ciências Russas. Em 1955, muitos anos depois da sua morte (em 1907), e depois de muitos outros cientistas terem sido reconhecidos com o seu nome no Sistema Periódico, Mendeleev também foi homenageado com a atribuição do seu nome ao elemento de número atómico 101, o Mendelévio (Md). No entanto, apesar do seu mérito ter sido reconhecido, nunca lhe foi atribuído o Prémio Nobel pela sua contribuição para a Lei Periódica dos

elementos. Segundo Freire Pais (2009), a principal razão apontada por diversos historiadores para a não distinção de Mendeleev com a atribuição do Prémio Nobel, relacionou-se com o facto de Mendeleev ser um opositor da teoria eletrolítica de Arrhenius, químico muito apreciado na Suécia, país natal de Alfred Nobel.

A TP atual é constituída por 118 elementos químicos, dispostos numa matriz quadricular de linhas e colunas, por ordem crescente de número atómico. As linhas correspondem aos períodos, num total de sete, e as colunas correspondem aos grupos num total de dezoito. A cada uma das quadriculas corresponde um elemento químico. Este está representado pelo seu símbolo químico e vem acompanhado de algumas das suas características. Nesta tabela, os elementos dispostos em linhas ou filas verticais constituem os grupos ou famílias de elementos, apresentando semelhança de propriedades químicas. Os elementos dispostos em linhas horizontais formam os períodos, e ao longo destes as propriedades variam gradualmente.

O último elemento químico a ser descoberto, de número atómico 117, um dos mais pesados elementos químicos já sintetizados em laboratório, foi recentemente produzido, após a síntese dos elementos de número atómico 116 e 118, completando o sétimo período da TP. Para que um novo elemento seja incluído na TP, a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) tem de o reconhecer oficialmente como tal. Recentemente, a IUPAC reconheceu os elementos químicos de número atómico 110, 111 e 112 com os nomes de *darmstadium* (Ds), *roentgenium* (Rg) e *copernicium* (Cn) em homenagem à cidade de Darmstadt e aos cientistas Wilhelm Conrad Röntgen e Nicolau Copérnico, respetivamente. Mais recentemente ainda, a IUPAC reconheceu os elementos de número atómico 114 e 116, atribuindo-lhes os nomes de *flerovium* (Fl) e *livermorium* (Lv), respetivamente. Estes nomes foram atribuídos em homenagem ao laboratório em que os elementos em causa foram sintetizados, respetivamente Flerov Laboratory of Nuclear Reactions e Lawrence Livermore National Laboratory.

Desta forma, a TP apresenta um carácter dinâmico, no sentido em que novos elementos descobertos, sintetizados em laboratório, poderão vir a ser incorporados nela.

### ***2.3.2 As analogias e a evolução da Tabela Periódica***

Ao longo da HC existem várias referências sobre a importância das analogias para o desenvolvimento das teorias científicas e inúmeros exemplos de como as analogias foram utilizadas e contribuíram para o avanço das ciências nas diversas áreas disciplinares. De acordo com Cachapuz

(1989), “no âmbito das Ciências, a linguagem usada está saturada de analogias e metáforas, estritamente ligadas à história das descobertas científicas” (p.118).

Ao olharmos para a TP numa perspectiva evolutiva, a utilização de analogias terá surgido na sua história, assim como na HC, como uma necessidade epistemológica (Cachapuz, 1989 e 1997), associada ao desenvolvimento das teorias científicas, na medida em que, em conjunto com a imagética que lhes está associada, podem constituir poderosos instrumentos de ajuda cognitiva e, nesse sentido, importantes mediadores da aprendizagem dos alunos (Cachapuz, 1989). Nesta perspectiva, podemos também encontrar associadas à história da TP tanto a analogia proposta por Alexandre De Chancourtois (o parafuso telúrico), como a analogia associada à Lei das Oitavas, proposta por John Newlands.

Alexandre De Chancourtois, em 1862, ao apresentar um sistema de organização dos elementos então conhecidos, dispondo-os por ordem crescente dos seus pesos atômicos, numa linha em espiral, inclinada de 45°, traçada sobre um cilindro, inspirou-se no modelo de um parafuso. Chamou a esta disposição dos elementos ‘parafuso telúrico’ porque a espiral lembrava os passos de um parafuso e incluía elementos que constituíam a Terra (Rosa, Pimentel & Terrazzan, 2007), encontrando-se o telúrio um lugar central. Embora Chancourtois se tenha inspirado no modelo de um parafuso para explicar a sua organização dos elementos químicos, tornando o seu modelo mais compreensível, baseou a construção deste modelo numa analogia que, de acordo com Rosa, Pimentel & Terrazzan (2007), é um exemplo de analogia histórica na área da Química. Além disso, Chancourtois estava ainda implicitamente a contribuir para o desenvolvimento de outra analogia, em que se compara a distribuição dos elementos a um caracol, uma vez que a linha em espiral segundo a qual se faz a distribuição dos elementos lembra a espiral da concha de um caracol, ficando este modelo conhecido, mais tarde, como o ‘caracol de Chancourtois’.

John Newlands, em 1864, ao estabelecer a Lei das Oitavas, dispôs os elementos químicos num quadro com sete colunas, por ordem crescente dos pesos atômicos. Nesta disposição, qualquer elemento tinha propriedades semelhantes às do oitavo elemento que se lhe seguia. Este sistema de organização dos elementos químicos foi construído por Newlands de acordo com a Lei das Oitavas, segundo a qual os elementos mostravam uma repetição das suas propriedades químicas após intervalos de oito elementos químicos (Scerri, 2007).

De acordo com alguns investigadores (Cachapuz, 1989; Nagem *et al.*, 2003; Scerri, 2007), John Newlands comparou o arranjo dos elementos ao teclado de um piano com as suas notas

divididas em períodos ou oitavas, porque cada oitavo elemento aparece, nesse arranjo, como uma espécie de repetição do primeiro, tal como a oitava nota na escala musical.

Newlands inspirou-se na escala musical para explicar a Lei das Oitavas por si proposta, tendo recorrido a um raciocínio analógico, de acordo com o qual a sequência das notas musicais constitui o ‘domínio familiar’ e a lei das oitavas constitui o ‘domínio em estudo’ (Cachapuz, 1989). Embora a lei das oitavas se tenha revelado inadequada para os elementos químicos para além do cálcio e, por essa razão, não tenha validade científica, permitiu fazer sobressair a noção de periodicidade nas propriedades dos elementos (Cachapuz, 1989), noção que ainda hoje é aceite.

Transcreve-se a seguir a descrição da analogia apresentada pelo próprio Newlands (1865):

“Se os elementos forem organizados na ordem dos seus pesos atômicos [...] pode observar-se que os elementos pertencentes ao mesmo grupo aparecem, geralmente, na mesma linha horizontal. Poderá também observar-se que os elementos análogos diferem entre si de 7 ou de um múltiplo de sete; ou seja, os membros do mesmo grupo têm entre si a mesma relação que as oitavas na música ... O oitavo elemento, contado a partir de um dado elemento, é uma espécie de repetição do primeiro. A esta relação particular eu proponho a designação de *Lei das Oitavas*.” (p.83)

Ao estabelecer esta analogia, Newlands pretendeu dar fundamento à descoberta da periodicidade das propriedades dos elementos químicos, recorrendo para isso à imagética associada às notas da escala musical. A analogia utilizada permitiu-lhe estabelecer, neste caso, uma “imaginativa semelhança” (Cachapuz, 1989), entre a regularidade ou periodicidade associada aos elementos químicos e a regularidade das notas de uma escala musical. Embora Newlands tenha recorrido à analogia com as notas da escala musical, na perspetiva defendida por Cachapuz (1989) de que as analogias surgiram na construção do conhecimento científico como uma necessidade epistemológica, a sua analogia foi recebida com escárnio pela comunidade científica. Contudo para Scerri (2007), a analogia com a escala musical constitui uma ‘fantástica’ analogia associada à TP.

De acordo com Rosa, Pimentel & Terrazzan (2007) o modelo do ‘parafuso telúrico’ de Chancourtois e a Lei das Oitavas de Newlands estão alicerçados em analogias que revelam “comparações explícitas” que são, com frequência, encontradas na história do desenvolvimento científico. Por exemplo, na história da TP, o modelo proposto por Gustavus Hinrichs, em 1867, que reflete os interesses do seu autor pela astronomia (Scerri, 2007), embora pouco referido na literatura, apresenta uma comparação explícita entre a relação de números inteiros relativa às órbitas planetárias e a observação de uma relação, também de números inteiros, entre as linhas espectrais, que por sua vez se relacionava com o tamanho dos átomos. Hinrichs argumentou que “se os tamanhos das órbitas planetárias originavam uma série regular de números inteiros, e se as proporções entre as diferentes



linhas espectrais também eram proporções de números inteiros, então a causa da relação entre as proporções das diferentes linhas espectrais seria a dimensão dos vários elementos” (Scerri, 2007, p.88). Tanto a relação entre as oitavas da escala musical e a periodicidade associada aos elementos químicos, proposta por John Newlands, como a relação entre as órbitas planetárias e as riscas espectrais, proposta por Gustavus Hinrichs, surgem na história da TP como uma necessidade de os seus autores justificarem e conferirem um estatuto de descoberta científica às semelhanças ou regularidades encontradas.

Também Dimitri Mendeleev, em 1869, ao estabelecer a Lei Periódica dos elementos e a sua organização na TP, embora apoiado nos seus sólidos conhecimentos químicos, poderá ter recorrido à utilização de um raciocínio analógico relacionado com o agrupar as cartas de um baralho segundo famílias ou naipes. Assim, de acordo com alguns investigadores, Mendeleev utilizou cartões, um por cada elemento, onde escreveu o símbolo químico, os pesos atômicos e outras propriedades conhecidas, pendurando esses cartões numa parede (Strathern, 2002; Kaji, 2002; Nagem *et al.*, 2003; Bryson, 2003; Freire Pais, 2009; Bermejo, Noya & Pedrido, 2009). Deixou lugares vazios que viriam a ser ocupados por elementos ainda por descobrir, mas cuja previsão foi feita com base na regularidade das propriedades químicas. Neste raciocínio analógico, Mendeleev descobriu que as propriedades dos elementos eram funções periódicas dos seus pesos atômicos que se repetiam periodicamente a cada sete elementos. De acordo com alguns investigadores (Strathern, 2002; Nagem *et al.*, 2003), parece provável que Mendeleev se tenha inspirado no jogo de cartas chamado ‘paciência’ e que tenha usado o jogo do baralho de cartas como uma analogia, já que, segundo Strathern (2002), Mendeleev anotou os dados sobre os elementos em cartões separados, tal com a seguir se transcreve:

“Deve ter sido nesse ponto que Mendeleiev teve a sua ideia luminosa – fazendo a inspirada conexão entre o problema dos elementos e o seu jogo de cartas predileto, a paciência. Começou a escrever os nomes dos elementos numa série de fichas em branco, acrescentando os seus pesos e propriedades químicas. [...] O que Mendeleiev notara fora a similaridade entre os elementos e o jogo de paciência. Na paciência, as cartas tinham de ser alinhadas de acordo com o naipe e uma ordem numérica descendente [...] O que estava procurando no meio dos elementos parecia algo muito semelhante: um padrão que apresentasse os elementos de acordo com grupos de propriedades similares (como os naipes), com os elementos de cada grupo alinhados segundo a sequência dos seus pesos atômicos [...]” (p.243,244)

Vários investigadores (Strathern, 2002; Bermejo, Noya & Pedrido, 2009) referem ainda que Mendeleev terá chegado à solução para a ordenação periódica dos elementos durante um sonho, descrito, segundo eles, nas próprias palavras de Mendeleev, com recurso à linguagem metafórica: “Vi

num sonho uma tabela em que todos os elementos se encaixavam como requerido. Ao despertar, escrevi-a imediatamente na folha de papel.”

No entanto, Scerri (2007) considera que muitos foram os mitos que se desenvolveram á volta do sistema periódico de Mendeleev e que o mais comum se relaciona com a ideia de que a TP foi concebida no decurso de um sonho ou mesmo enquanto Mendeleev jogava o seu jogo de cartas. Ainda de acordo com Scerri (2011), para alguns filósofos e historiadores das ciências não existem registos do plausível sonho de Mendeleev, apesar de este ser muito citado na literatura. Scerri (2011) considera que a ideia de acordo com a qual Mendeleev terá chegado à organização da TP durante um jogo de cartas é atualmente vista por muitos investigadores da HC como não sendo autêntica. Apesar destas posições divergentes relativamente à existência concreta de provas sobre o papel desempenhado pelo baralho de cartas e do possível sonho de Mendeleev, importa salientar que a criatividade e o recurso a analogias representaram na HC, assim como na evolução histórica da TP um papel importante. Por exemplo, Scerri & Worrall (2001) salientam que Mendeleev reconheceu a existência de propriedades análogas entre os elementos como critério para os agrupar e que ajudou na previsão de elementos ainda por descobrir. De acordo com os referidos investigadores, Mendeleev considerou que estas analogias de propriedades eram consequência natural da sua lei periódica.

Segundo Baía & Porto (2009), Mendeleev, no seu livro *The Principles of Chemistry*, em 1891, estabeleceu ainda interessantes analogias entre os átomos e o sistema solar, ao comparar os átomos com a estrutura discreta e organizada dos planetas. De acordo com os referidos investigadores, Mendeleev fez esta comparação movido pela necessidade de conferir um estatuto concreto ao conceito de átomo, utilizando a analogia entre o sistema solar e o mundo microscópico dos átomos e moléculas

As analogias e a linguagem metafórica associadas à HC surgiram em contextos estritamente ligados ao estatuto de descobertas científicas, que possibilitaram o desenvolvimento das teorias científicas associadas à sua construção e evolução. No caso da TP, as analogias surgiram como forma de tornar o conhecimento científico mais inteligível, facilitando a compreensão e visualização de conceitos abstratos.

Na história mais recente da TP, o raciocínio analógico continuou a desempenhar um papel impulsionador na descoberta de novos elementos químicos. Tal como referido por Scerri (2011), a reorganização da TP proposta por Glenn Seaborg, em 1945, revelou analogias entre os elementos de número atómico 63, *europium* (Eu), e de número atómico 64, *gadolinium* (Gd), e entre os elementos ainda não descobertos na época, de número atómico 95 e 96. Com base nestas analogias, Seaborg foi bem sucedido na síntese e identificação destes dois novos elementos químicos, que foram

subsequentemente designados por *americium* (Am) e *curium* (Cm), respetivamente. Posteriormente, vários outros elementos químicos foram descobertos e sintetizados com base neste raciocínio.

### ***2.3.3 História da Tabela Periódica em currículos e manuais escolares***

Nos currículos nacionais, o estudo da TP surge pela primeira vez no 9º ano de escolaridade no tema “Viver melhor na Terra”. O estudo da TP está perspectivado, assim como todo o currículo de Ciências Físicas e Naturais do 3º ciclo do Ensino Básico, para envolver a componente científica, tecnológica, social e ambiental, embora seja diferente a ênfase a dar na exploração destas componentes em cada um dos temas (DEB, 2001a).

No 3º ciclo do ensino básico, o estudo da TP numa perspectiva evolutiva e no contexto da HC encontra fundamento nas OCCFN (DEB, 2001a). A abordagem pedagógica da TP constitui um contexto preferencial para o desenvolvimento das competências relacionadas com o conhecimento epistemológico (DEB, 2001a). O reconhecimento de que o conhecimento científico está em permanente evolução, apresentando um carácter dinâmico, e que as descobertas científicas estão dependentes dos contextos sociais, políticos, económicos e religiosos das épocas em que estão inseridas, permite facilitar o desenvolvimento de atitudes de entusiasmo e admiração face à Ciência e contribui para o desenvolvimento da cidadania e da literacia científica.

No ensino secundário, o estudo da TP é realizado no 10º ano, no programa da disciplina de Física e Química A (DES, 2001). Surge também no programa de Química do 12º ano (DES, 2004). Ambos os programas foram construídos com o intuito de privilegiar o “conhecimento em ação”, preconizando-se a implementação de uma perspectiva de “ensino CTS” (Ciência – Tecnologia - Sociedade) ou “CTS-A” (Ciência – Tecnologia – Sociedade - Ambiente).

Na componente de Química do programa de FQA de 10º ano, na unidade um – “Das Estrelas ao Átomo”, faz-se uma incursão pela TP de forma a permitir estabelecer uma relação entre a estrutura dos átomos e a organização dessa mesma tabela. Assim, a proposta de abordagem da TP e a organização dos elementos químicos apresenta entre os seus objetivos “referir a contribuição do trabalho de vários cientistas para a construção da TP até à organização atual” (DES, 2001, p.30), apresentando-se como sugestão metodológica a realização de uma “pesquisa sobre a história da conceção da TP” (DES, 2001, p.33).

Neste contexto, coloca-se a questão da evolução do conhecimento humano no que respeita à transformação da organização da TP, até se converter num instrumento de trabalho essencial à Química (DES, 2001).

No programa de Química do 12º ano, no estudo da TP, não há referências à inclusão da HC. Aqui, a TP surge como ferramenta de trabalho, sendo que os conhecimentos sobre esta servem de ponto de partida para novas abordagens.

No que respeita à inclusão da história da TP em ME, num estudo realizado por Leite (1986) sobre a HC transmitida pelos ME, quer ingleses, quer portugueses, o tópico “Tabela Periódica” encontrava-se entre os temas que contêm um maior número de referências históricas. Contudo, um estudo centrado na análise de 57 manuais de química geral sobre a apresentação da TP, realizado por Brito, Rodriguez & Niaz (2005), os autores referem que as abordagens apresentadas tendem a enfatizar que o desenvolvimento da TP ocorreu de acordo com uma generalização indutiva, pelo que estes autores apontam para a necessidade de se realizar um trabalho mais detalhado no que concerne à História e Filosofia da Ciência na apresentação da TP.

No caso particular da TP, e de acordo com a análise dos currículos nacionais, existe uma justificação para a inclusão da HC no ensino deste tema, quer ao nível do 3º ciclo do ensino básico, quer ao nível do 10º ano de Física e Química A. O estudo da TP, revela-se por excelência, um tema em que a contextualização histórica é muito importante, pois além de contribuir para a compreensão da sua própria organização, permite desenvolver competências relacionadas com o conhecimento epistemológico e ajudar a construir a ideia de que o conhecimento científico está em permanente evolução.

## **2.4 As analogias e o ensino e aprendizagem da história da Tabela Periódica**

### ***2.4.1 As analogias e a educação em ciências***

Uma analogia é, geralmente, entendida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios de conhecimento diferentes, um conhecido e outro desconhecido (Duit, 1991; Treagust *et al.*, 1992; Duarte 2005). Poderá também ser entendida como um processo através do qual se identificam semelhanças entre diferentes conceitos, sendo um dos conceitos conhecido e familiar, e o outro conceito desconhecido (Glynn, 1991).

Embora exista alguma controvérsia relativamente ao conceito de analogia, para Duit (1991) esta “compara explicitamente as estruturas de dois domínios” (p.651), permitindo o modelo da analogia mediar a conexão entre o alvo (domínio desconhecido correspondente ao conceito novo) e o análogo (domínio conhecido). Desta forma, a analogia será entendida como o processo pelo qual, mediante a comparação do análogo e do alvo, se estabelece um conjunto de relações entre os dois.

A finalidade da analogia é a compreensão da situação nova ou desconhecida, quer dizer, do alvo. Esta compreensão consegue-se porque a analogia facilita o desenvolvimento de modelos conceptuais do alvo e permite que haja uma transferência de conhecimento do análogo para o alvo.

As analogias podem constituir um valioso recurso na educação em ciências, reconhecendo vários autores (Cachapuz, 1989; Duit, 1991; Treagust *et al.*, 1992; Dagher, 2000; Oliva, 2004) diversas vantagens e potencialidades na exploração de analogias no ensino das ciências.

Segundo Cachapuz (1989), as analogias e a linguagem metafórica constituem uma das formas de fomentar um estilo menos rígido e mais expressivo no ensino das ciências, de forma a facilitar a transferência de conhecimento de um domínio conceptual para outro menos familiar.

O recurso à utilização de analogias em ciências surge de forma a tornar mais compreensível a explicação de alguns conceitos em ciências, por vezes demasiado abstratos e complexos. Assim, o que se pretende com o uso das analogias é tornar mais compreensível a explicação descrevendo os novos conceitos em termos de outros mais familiares (Cachapuz, 1989).

Considerando que a aprendizagem é um processo de coconstrução de conhecimentos em que professor e aluno desempenham papéis ativos, as analogias surgem como recursos de grandes potencialidades para facilitar a construção desse conhecimento (Dagher, 2000).

Diversos autores referidos por Duarte (2005) consideram que as analogias apresentam várias potencialidades na educação em ciências: levam à ativação do raciocínio analógico, organizam a percepção, desenvolvem capacidades cognitivas como a criatividade e a tomada de decisões; tornam o conhecimento científico mais inteligível e plausível, facilitando a compreensão e visualização de conceitos abstratos, podendo promover o interesse dos alunos; constituem um instrumento poderoso e eficaz no processo de facilitar a evolução ou a mudança conceptual; permitem perceber, de uma forma mais evidente, eventuais concepções alternativas; podem ser usadas para avaliar o conhecimento e a compreensão dos alunos.

Contudo, além das suas potencialidades, existem também algumas dificuldades e limitações que se colocam à utilização das analogias no ensino das ciências, das quais Duarte (2005) salienta as seguintes: a analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo, ou dela serem apenas retidos os detalhes mais evidentes e apelativos, sem se chegar a atingir o que se pretendia; pode não ocorrer um raciocínio analógico que leve à compreensão da analogia; a analogia pode não ser reconhecida como tal, não ficando explícita a sua utilidade; os alunos podem centrar-se nos aspetos positivos da analogia e desvalorizar as suas limitações.

As analogias podem ainda contribuir para o desenvolvimento das competências previstas no CNEB ao possibilitarem usar adequadamente linguagens das diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar (DEB, 2001b).

#### ***2.4.2 As analogias históricas e o ensino e aprendizagem da Tabela Periódica***

A TP é uma importante ferramenta de trabalho que facilita a organização, compreensão e sistematização das propriedades dos elementos químicos (Atkins, 1995). Constitui um conteúdo central da Química e um importante instrumento de trabalho, que não se esgota em si mesmo mas serve de ponto de partida para múltiplas outras abordagens no domínio das propriedades físicas e químicas dos elementos, da estrutura atômica dos átomos e sua relação com a configuração eletrônica ou da ligação química.

Do ponto de vista conceitual, a TP tem sido uma ferramenta útil na previsão de novos elementos químicos, na previsão do estabelecimento de novas ligações químicas, funcionando ainda como um dispositivo de correção e cumprindo um papel único como dispositivo de organização dos elementos químicos (Brito, Rodríguez & Niaz, 2005).

Por outro lado, o estudo da TP revela-se, por excelência, um tema em que a contextualização histórica é muito importante, pois pode contribuir para a compreensão da sua própria organização e para estimular a criatividade para outras formas de organizar os elementos químicos. Simultaneamente, e à medida que se vai sistematizando o estudo sobre a organização dos elementos, o professor pode ir ajudando a construir a ideia de que o conhecimento científico está em permanente evolução, integrando sempre contributos de vários cientistas. Esta ideia pode ser transmitida através da sequência dos trabalhos e propostas de organização periódica de diversos cientistas, desde Lavoisier a Mendeleev, uma vez que, de acordo com a análise dos currículos nacionais, existe uma justificação para a inclusão da HC no ensino deste tema, quer ao nível do ensino básico, quer ao nível do ensino secundário.

O ensino e a aprendizagem da TP justifica e fundamenta a introdução de HC no ensino das ciências, pois partindo da evolução histórica da TP, esta poderá ajudar a desmontar várias visões sobre a Ciência: a visão empiricista/indutivista e idealista das ciências; a visão histórica, não problemática e de neutralidade do conhecimento científico; a imagem estereotipada dos cientistas. Poderá também servir como ponto de partida para ajudar a desfazer vários mitos e concepções de alunos e professores face às ciências, tais como: o progresso das ciências é sempre linear e seguro, sem avanços e recuos; desvalorização do erro, ou seja, a ideia de que nas descobertas científicas tudo ‘encaixou’ na perfeição;

a ideia das descobertas como um acaso, quando na realidade são resultado de muito trabalho; a imagem heroica dos cientistas; e por último, que o método científico leva sempre à verdade.

A utilização de analogias na educação em ciências tem uma origem que se relaciona com a sua utilização na HC, pelo que o uso de metáforas e de analogias é uma necessidade epistemológica (Cachapuz, 1989; Cachapuz, 1997). As mais antigas referências ao uso de analogias remontam à Grécia Antiga e estão associadas a Lucrécio, no séc. I AC, que, numa previsão da existência de átomos, estabeleceu uma analogia envolvendo as diferentes perceções de um rebanho de cordeiros, por um observador colocado a diferentes distâncias. Também Aristóteles, no séc. IV AC, considerava as analogias e as metáforas como a “marca dos génios” (Cachapuz, 1989; Duarte, 2005).

Ao longo da HC existem inúmeros exemplos de como as analogias foram utilizadas com o objetivo de facilitar a comunicação e a compreensão dos conceitos científicos e passaram a fazer parte da linguagem científica, contribuindo para o avanço das ciências nas mais diversas áreas disciplinares.

A utilização das analogias ‘históricas’ associadas à TP, que surgem naturalmente na exploração do contexto que lhe está associado, permite introduzir a analogia enquanto ferramenta didática, no ensino das ciências (Duarte, 2005). Estas analogias ‘históricas’ devem ser vistas como facilitadoras do processo de aprendizagem, motivadoras e criativas, desafiadoras da curiosidade dos alunos e com o potencial de promover capacidades de análise e de crítica durante o processo de construção de conceitos de diferentes níveis de abstração.

### ***2.4.3 Os autores de manuais escolares e as analogias históricas***

Embora existam vários autores que colocam reservas à introdução das analogias na educação em ciências, chamando a atenção para os problemas que podem advir quando se tenta tornar o conhecimento científico mais relevante e compreensível para os alunos através da utilização de analogias, a investigação nesta área tem tido um desenvolvimento significativo. De facto, nas décadas de 80 e 90, surgiram vários trabalhos de investigação, publicados quer em revistas quer em atas de congressos, sobre a utilização das analogias na educação em ciências.

No que concerne aos ME de ciências, a inclusão de analogias em livros de texto, nomeadamente na área da Física, remonta ao séc. XIX. Algumas analogias, apesar da sua comprovada inadequação mantêm-se há mais de cem anos em livros de texto (Duarte, 2005).

Diversos autores referidos por Duarte (2005) defendem a utilização de analogias nos livros de texto, utilizando como argumentos o facto de que as analogias podem mudar a linguagem do manual, tornando-a mais compreensível e atrativa, e que, de uma maneira geral, facilitam a aprendizagem;

promovem uma codificação mais rápida da informação e a sua mobilização; ativam estruturas cognitivas; aumentam a imaginação do aluno, ajudando à formação de imagens mentais que facilitam a construção de novas estruturas conceptuais.

A investigação sobre analogias em ME de ciências, de acordo com Duarte (2005), mostra que: existem grandes diferenças entre manuais, quer na quantidade quer na qualidade das analogias incluídas; em muitos manuais não é feita qualquer tentativa de descrever o análogo ou de como usar as analogias fornecidas; mesmo os manuais que contêm uma 'introdução' onde são dadas informações sobre a organização do manual, não referem as analogias; estratégias relativas à utilização eficaz de analogias não parecem ser familiares aos autores; existe um predomínio de analogias simples, em particular no ensino básico, e as mais elaboradas aumentam com o nível de escolaridade.

No entanto, estudos realizados sobre ME revelam que os manuais são um dos recursos mais utilizados pelos professores de Física e Química, quer como fonte de informação, quer na preparação das suas aulas, seleção e organização dos conteúdos a lecionar, quer ainda como material de trabalho com os alunos, uma vez que os professores recomendam a utilização do manual pelos alunos para resolução de questões sobre os temas selecionados e execução de tarefas de aula (Cachapuz *et al.*, 1989; Brigas, 1997).

Assim, torna-se necessário que, no que concerne à utilização de analogias históricas nos livros de texto escolares, de acordo com a investigação nesta área, os autores de ME de ciências tenham em conta que: os alunos devem poder interatuar com a analogia apresentada; as razões do uso da analogia devem ser apresentadas; as limitações da analogia devem estar explicitadas no texto.

Os estudos sobre analogias têm incidido em livros de texto de diferentes níveis de escolaridade, que vão desde o ensino básico ao ensino universitário, em áreas como a Química, a Biologia, a Física e a Geologia.

A utilização de analogias nos livros de texto escolares implica, de acordo com Duarte (2004), alguns cuidados por parte dos autores de livros de texto mas, também cuidados por parte dos professores que procedem à exploração didática das analogias em contexto de sala de aula.





## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA

#### 3.1 Introdução

O terceiro capítulo destina-se à apresentação e à fundamentação dos procedimentos utilizados para a concretização do objetivo geral delineado para a investigação, de forma a poder dar-se resposta às perguntas da investigação que orientaram este trabalho.

O presente capítulo inicia-se com uma descrição sumária da investigação (3.2), e com vista a uma maior clarificação dos procedimentos utilizados, dividiu-se o resto do capítulo em dois subcapítulos, dedicados a cada um dos estudos desenvolvidos no âmbito deste trabalho de investigação. O primeiro destes subcapítulos (3.3) é dedicado ao estudo da história da TP nos ME do ensino básico e secundário, pretendendo dar resposta às duas primeiras perguntas da investigação. O segundo destes subcapítulos (3.4) é dedicado ao estudo das opiniões de autores dos ME do ensino básico e secundário, sobre o papel da HC e das analogias históricas na educação em ciências, dando resposta às duas últimas perguntas da investigação. Em cada um destes subcapítulos faz-se uma caracterização da população e da amostra, justifica-se a seleção de técnicas e instrumentos de recolha de dados, faz-se a descrição da construção e da validação dos instrumentos de recolha de informação, bem como dos procedimentos usados na recolha de dados.

#### 3.2 Síntese da investigação

A investigação desenvolvida tem como objetivo principal compreender a abordagem histórica da TP feita pelos autores de ME, designadamente no que respeita à utilização de analogias históricas. Com vista à consecução deste objetivo associado à pergunta de investigação formulada no Capítulo I foram realizados dois estudos complementares. O primeiro estudo, centrado na análise de conteúdo de ME, permitirá responder às duas primeiras questões de investigação. Este estudo envolveu a análise de 16 ME, sendo oito de Ciências Físico-Químicas, do 9ºano de escolaridade, e oito de Química A do 10º ano de escolaridade, em vigor no ano letivo de 2010/2011. O segundo estudo, posterior e complementar do primeiro, permitirá responder às duas últimas questões de investigação. Este estudo recorreu à técnica do inquérito por entrevista e envolveu quatro autores de ME, sendo dois autores de ME do 9º ano e dois autores de ME do 10ºano de escolaridade. Para o efeito selecionaram-se autores disponíveis de entre os autores dos quatro manuais mais vendidos em cada um dos anos de

escolaridade, por se considerar que os ME mais vendidos chegariam a um número maior de alunos, em detrimento dos ME adotados num maior número de escolas, que poderiam não ser aquelas que abrangem maior número de alunos.

Os dois estudos desenvolvidos neste trabalho de investigação são de natureza qualitativa. De acordo com McMillan & Schumacher (2001), os estudos com esta natureza assentam num processo sistemático de recolha e de análise lógica de informação com o propósito de compreender algo na perspetiva do sujeito.

Numa perspetiva de análise qualitativa, o primeiro dos estudos relatados nesta dissertação, permite-nos conhecer os manuais selecionados no que respeita à utilização que fazem da HC e das analogias históricas na abordagem da TP. Relativamente ao segundo estudo, este permite-nos compreender por que é que os autores adotaram essa abordagem histórica da TP, conteúdo central da Química e para o qual existem recomendações metodológicas nos currículos nacionais, que passam pela integração da HC na sua abordagem. O relacionamento dos resultados dos dois estudos permitirá responder à principal questão de investigação.

### **3.3 Estudo sobre a história da Tabela Periódica nos manuais escolares do ensino básico e secundário**

#### ***3.3.1 Caracterização da população e da amostra***

Numa investigação qualitativa, considera-se como população ou universo todos os membros de um grupo de pessoas, acontecimentos ou objetos que queremos compreender (McMillan & Schumacher, 2001; Gall, Gall & Borg 2003). Neste tipo de investigação, e a menos que a população seja muito pequena, raramente os investigadores trabalham com todos os indivíduos que compõem a população (Gall, Gall & Borg, 2003). Mesmo na investigação quantitativa, questões relacionadas com a falta de tempo, com a falta de recursos ou com a natureza da própria investigação, tornam difícil e, por vezes, impossível ou mesmo desnecessário considerar, em termos de recolha e de análise de dados, todos os sujeitos ou objetos da população definida. Deste modo, na investigação qualitativa e quando a dimensão da população é elevada, recorre-se frequentemente a uma amostra constituída por sujeitos ou objetos extraídos da população, com base em critérios adequados e com uma dimensão que seja considerada suficiente para compreendermos os factos, fenómenos ou relações a investigar (Gall, Gall & Borg, 2003).

Na investigação qualitativa existe uma maior flexibilidade do que na investigação quantitativa no que respeita à definição da amostra (Gall, Gall & Borg, 2003), pois não há a preocupação da amostra

ter de ser representativa, do ponto de vista estatístico, da população considerada. Neste tipo de investigação pretende-se conhecer e compreender de forma aprofundada os fenómenos em estudo, em vez de se procurarem resultados generalizáveis, como é ambição da investigação quantitativa. A flexibilidade associada ao processo de amostragem na investigação qualitativa está relacionada com a possibilidade de o investigador poder modificar a metodologia de investigação durante o processo, sendo possível, por exemplo, alterar o desenho de investigação, designadamente no que respeita à amostra, a fim de alcançar a compreensão desejada (Gall, Gall & Borg, 2003).

Em relação ao presente estudo, a população contemplada engloba todos os ME de Ciências Físico - Químicas, do 9º ano de escolaridade (oito manuais), e todos os ME de Química A, do 10º ano de escolaridade (oito manuais), que abordam o conteúdo 'Tabela Periódica' e que se encontravam em vigor no ano letivo de 2010/2011.

Assim sendo, em função das questões de investigação definidas para este estudo e tendo em conta a reduzida dimensão da população, não se procedeu à seleção de uma amostra, tendo-se considerado possível e mais conveniente trabalhar com toda a população de ME anteriormente referidos. Neste contexto, admitiu-se que todos os ME passíveis de serem adotados no ano letivo em causa eram suscetíveis de ser ricos em informações relevantes para a consecução dos objetivos do estudo e além disso, não se corriam riscos de amostragem nem de generalização indevida de conclusões.

Pelas razões anteriormente expostas, o presente estudo centrou-se na análise de todos os ME do 10º ano de escolaridade de Química A (oito manuais), disponibilizados pelas respetivas editoras para adoção em 2007/2008, e de todos os ME de 9º ano de escolaridade de Ciências Físico-Químicas (oito manuais), disponibilizados para adoção em 2008/2009, de acordo com o calendário de adoção de ME definido pela Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular. Foram ainda considerados os cadernos de atividades que acompanham os ME, nos casos em que estes os apresentavam.

Os dezasseis manuais anteriormente referidos e que constituíram objeto de análise do presente estudo (Anexo 1), mantiveram-se em vigor no ano letivo de 2010/2011, ano em que decorreu a investigação, dado que a adoção dos ME do ensino básico e ensino secundário vigora, em regra, por um período de seis anos (Lei nº 47/2006 de 28 de agosto e Decreto-Lei nº 261/2007 de 17 de julho). Para todos os manuais analisados foram consideradas as edições mais recentes disponibilizadas pelas respetivas editoras.

### ***3.3.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados***

Para a consecução das respostas às questões de investigação utilizou-se como técnica de recolha de dados a análise documental, considerando os ME como documentos, embora recentes, que foram elaborados por autores que tinham determinados objetivos, concepções, crenças e conhecimentos.

Associada à análise documental surge a análise de conteúdo que, com frequência, envolve a categorização dos dados recolhidos, podendo, posteriormente envolver a determinação de frequências por categorias (McMillan & Schumacher, 2001; Gall, Gall & Borg, 2003).

De acordo com Bardin (2009), o objetivo da análise documental é a representação condensada de informação, por intermédio de procedimentos de transformação, que visam representar o conteúdo de um documento sob uma forma diferente da original, facilitando o acesso do observador à informação para consulta e referência. Para este autor, a análise de conteúdo tem como objetivo a manipulação de mensagens para evidenciar os indicadores que permitem inferir sobre uma determinada realidade.

Segundo Bardin (2009), quando a investigação que se pretende realizar contempla uma análise de carácter essencialmente qualitativo, quer a recolha de dados, quer a respetiva análise, podem ser influenciadas pela interpretação do investigador. Neste sentido, surge a necessidade de o investigador encontrar estratégias de minimizar a forte possibilidade de subjetividade que lhe está associada (Gall, Gall & Borg, 2003).

Na análise de documentos escritos, como é o caso da análise de ME, uma das formas de minimizar a subjetividade inerente ao processo de análise consiste na utilização de grelhas de análise (Lessard, Goyette & Boutin, 1994).

Na presente investigação, o instrumento utilizado para efetuar a análise de conteúdo relativa à inclusão da HC nos ME em estudo foi uma grelha de análise. Esta apresentou como objetivo principal identificar de que forma a HC é utilizada e apresentada nos ME, no caso concreto da TP, e se eram, ou não, exploradas as analogias históricas que lhe estão associadas.

A grelha de análise adotada para a concretização do presente estudo foi adaptada da elaborada por Leite (2002), dado que esta grelha é parcialmente compatível com os objetivos que se pretendem atingir e já se encontra validada, em Portugal, para ME de Física (Leite, 2002) e de Química (Cardoso, 2002).

A grelha construída por Leite (2002), para análise de conteúdo histórico incluído em ME, e posteriormente adaptada por Cardoso (2002), para análise de conteúdo histórico em ME de 9<sup>º</sup> e 11<sup>º</sup>

ano de escolaridade de Química, apresenta oito dimensões de análise e cada uma destas dimensões, com exceção da terceira, apresenta algumas subdimensões (Anexo 2). As dimensões são as seguintes:

- Tipo e organização da informação histórica
- Material usado para apresentar a informação histórica
- Correção e exatidão da informação histórica
- Contexto no qual a informação histórica é relatada
- Estatuto do conteúdo histórico
- Atividades de aprendizagem relacionadas com a História da Ciência
- Consistência interna do livro
- Bibliografia em História da Ciência

De acordo com Leite (2002), as primeiras quatro dimensões estão centradas na informação histórica incluída nos ME; a quinta e a sexta dimensão estão relacionadas com o papel atribuído a essa informação pelo manual; a sétima dimensão refere-se à consistência do livro em termos de HC; por fim, a oitava dimensão está centrada na existência de bibliografia relacionada com a HC.

No contexto da presente investigação, foram consideradas as adaptações efetuadas por Cardoso (2002) à referida grelha de análise. Estas alterações situam-se ao nível das seguintes dimensões: Material Usado para Apresentar a Informação Histórica, onde foi acrescentada uma nova subdimensão Modelos Elaborados Pelos Autores de Manuais Escolares; e Bibliografia em História da Ciência, onde foram incluídas as novas subdimensões Sites de História das Ciências e Sites de Ciências com Informação Histórica.

No presente estudo, foram introduzidas algumas adaptações pontuais nas dimensões de análise provenientes da grelha de Leite (2002), de modo a atender à especificidade do presente estudo, designadamente, no que diz respeito ao recentrar a atenção da análise de conteúdo sobre a informação histórica relacionada com a evolução da TP.

Além disso, de acordo com a finalidade do presente estudo, considerou-se ainda uma nova dimensão de análise relacionada com a utilização de analogias associadas à evolução histórica da TP: Analogias na Evolução Histórica da Tabela Periódica. Nesta dimensão de análise foram consideradas como subdimensões:

- Analogias Históricas
- Analogias Propostas pelos Autores de ME
- Exploração destas Analogias

No que concerne à subdimensão Analogias Históricas, definiram-se as seguintes subdimensões: Parafuso/Caracol de Chancourtois; Analogia Associada à Lei das Oitavas; Linguagem Metafórica de Mendeleev; Outras Analogias. Deixou-se em aberto a subdimensão Outras Analogias admitindo-se a possibilidade de os autores de ME recorrerem a mais alguma analogia que, embora não estando diretamente associada à TP, poderia estar relacionada com conceitos científicos relevantes na sua história. Na subdimensão Analogias Propostas por autores de ME, foram consideradas duas subdimensões: Analogias e Linguagem Metafórica. Esta subdimensão centrou-se na possibilidade de os autores de ME apresentarem nos seus ME analogias relacionadas com a estrutura e organização da TP. Na subdimensão Exploração destas Analogias foram consideradas como especificações as seguintes: Apenas Referência às Analogias Históricas; Apresentação das Analogias Históricas em Contexto Evolutivo; Exploração de Outras Analogias/Linguagem metafórica. Nesta subdimensão procurou-se averiguar se os autores de ME explicavam e/ou exploravam as analogias apresentadas.

Relativamente à grelha original, elaborada por Leite (2002), na dimensão de análise Correção e Exatidão da Informação Histórica, não foi especificada nenhuma subdimensão, uma vez que a autora considerou ser necessário um elevado grau de especialização em HC para se poderem definir itens apropriados e fazer-se uma adequada análise da correção e exatidão do conteúdo histórico de todos os diversos tópicos curriculares incluídos nos ME. Contudo, na presente investigação, reconheceu-se como necessário e pertinente definir subdimensões de análise relacionadas com as etapas que, de acordo com a revisão de literatura efetuada no Capítulo II, se consideram ser relevantes na evolução histórica da TP, e averiguar sobre a sua correção e exatidão científicas nos ME. Assim, na dimensão Correção e Exatidão da Informação Histórica, foram consideradas como subdimensões de análise as seguintes:

- Exatidão de datas e/ou etapas significativas na evolução histórica da TP
- Correção científica na atribuição da descoberta/cientista(s)
- Correção científica de ideias/conceitos e sua exploração
- Rigor na apresentação/exploração do contexto histórico, social, científico

A subdimensão Exatidão de Datas e/ou Etapas Significativas na Evolução Histórica da TP, centrou-se na análise da exatidão das datas referidas pelos autores de ME como etapas que constituíram marcos importantes na história da TP. A subdimensão Correção Científica na Atribuição da Descoberta/Cientista(s) relacionou-se com a correta atribuição dos princípios científicos, leis e modelos propostos ao longo da evolução da TP, aos respetivos cientistas que se destacaram nesse percurso histórico. A subdimensão Correção Científica de Ideias/Conceitos e sua Exploração está

relacionada com a correção científica das ideias apresentadas e da sua correta exploração, de acordo com o nível de ensino a que o ME se destina. No que concerne à subdimensão Rigor na Apresentação/Exploração do Contexto Histórico, Social, Científico, esta centrou-se na forma como os autores de ME relacionavam a evolução histórica da TP com o contexto histórico, social e científico da época em que as principais descobertas científicas associadas à TP estavam inseridas.

No contexto do presente estudo, a dimensão de análise Consistência Interna do Manual, definida por Leite (2002), não foi considerada, uma vez que a investigação realizada, não se centra na totalidade do manual mas apenas numa parte deste, dado que o presente estudo tem o seu foco na informação histórica relacionada com a evolução da TP. Neste âmbito, apenas foi analisado o conteúdo TP e não houve lugar a uma análise global do manual.

A primeira versão da grelha de análise adotada foi submetida à opinião da autora da grelha original e de dois especialistas em educação em ciências para análise da sua validade de conteúdo, designadamente no que respeita à adequação e pertinência dos aspetos novos, relacionados com a história da TP e com as analogias históricas. Dar especial atenção aos aspetos novos justifica-se pelo facto de a grelha original de Leite (2002), que já tinha sido validada conforme referido anteriormente, ter vindo a ser muito utilizada para análise de conteúdo histórico de ME, quer em estudos de investigação nacionais (Cardoso, 2002; Baptista, 2006; Pereira & Amador, 2007; Amorim, 2009), quer em estudos internacionais (Níaz, 2006; Nashon, Nielsen & Petrina, 2008; Níaz, 2009; Quílez, 2009; Costa da Siva, Correia & Infante-Malachias, 2009; Níaz, 2010; Níaz *et al.*, 2010; Ültay, N. & Ültay, E., 2010; Lin, Cheng & Chang, 2010; Hötteck & Silva 2011; Clough, 2011).

Uma forma de validar um instrumento de pesquisa é avaliar se é ou não é capaz de mostrar as diferenças que se sabe existirem entre dois ou mais grupos de indivíduos (Gall, Gall & Borg, 2003). Neste sentido, também Leite (2002) refere que um instrumento para análise de conteúdo histórico em ME deve permitir obter compreensões confiáveis e comparações sistemáticas entre eles. Assim, segundo esta investigadora, uma grelha de análise de conteúdo histórico de ME será válida se se revelar capaz de diferenciar os manuais no que diz respeito à HC que estes incluem. Nesta perspetiva, a versão da grelha validada pelos especialistas foi aplicada aos ME em causa, a fim de verificar se as subdimensões definidas eram suficientes e adequadas para permitirem a recolha dos dados e a realização de comparações entre os manuais de cada um dos grupos considerados (9º e 10º ano), bem como entre os dois grupos de manuais. As dificuldades encontradas foram resolvidas com o apoio da literatura e através da sua discussão com a orientadora desta dissertação. Deste processo resultou que, embora para a subdimensão Analogias Propostas por autores de ME, se tivesse pensado em usar



sub-subdimensões em função das analogias que fossem encontradas, pelo facto de se ter constatado, numa primeira análise dos ME, que as analogias eram muito escassas, acabou por se decidir considerar apenas as seguintes sub-subdimensões: Analogias e Linguagem Metafórica. Como consequência, a sub-subdimensão Analogias passou a abranger todas as possíveis analogias encontradas.

A versão final da grelha usada neste estudo encontra-se no Anexo 3.

### ***3.3.3 Recolha de dados***

Com vista a obter resposta para as duas primeiras perguntas de investigação deste estudo, a recolha de dados foi concretizada por aplicação da grelha de análise a todos os manuais seleccionados para o estudo.

A análise dos ME foi realizada em duas etapas. Numa primeira etapa foi efetuada uma leitura dos manuais, de modo a identificar e seleccionar as diferentes partes em que se abordam conteúdos relacionados com a HC em geral, e com a história da TP em particular. Numa segunda etapa analisou-se, em cada ME, especificamente os extratos relacionados com o conteúdo histórico da TP. Esta análise foi feita com base nas dimensões de análise da grelha que já se encontravam definidas à partida, sendo os dados recolhidos registados na respetiva grelha. De forma a simplificar esta tarefa, preencheu-se uma grelha para cada ME e, posteriormente, todos os dados recolhidos, por manual, foram organizados em tabelas, uma por cada ano de escolaridade.

Assumindo que uma análise puramente qualitativa, assente na presença ou ausência de uma dada subcategoria pode não ser suficiente, desde logo por deficiente comparação da quantidade de HC presente em diferentes ME, registaram-se em alguns casos, tal como previsto na grelha de partida, as frequências de ocorrência. Uma das dimensões em que essa contagem foi efetuada foi a dimensão Atividades de Aprendizagem Relacionadas com a História da Tabela Periódica, em que se sentiu necessidade de quantificar o número de atividades apresentadas em cada ME, bem como nos cadernos de atividades que acompanham esses manuais. Note-se que a quantidade de atividades de aprendizagem pode ser considerada um indicador da importância atribuída pelos autores de ME à HC e que, como refere Leite (2002), o interesse dos alunos pela HC poderá estar relacionado com o número de atividades apresentadas pelo ME.

A análise dos vários ME, bem como a recolha de dados e o seu registo foram realizados pela autora do estudo. De modo a minimizar a subjetividade, a análise foi repetida com um intervalo de tempo de cerca de quinze dias. Foram comparados os resultados das duas análises, e nos casos em

que foram encontradas discrepâncias foram analisados e discutidos com a orientadora desta dissertação a fim de tentar resolver as diferenças e aumentar a fiabilidade dos dados. Os casos em que surgiram dificuldades de análise e classificação tiveram a ver com a diferença entre referência e a descrição de uma descoberta, e com o reconhecimento de analogias.

### ***3.3.4 Tratamento de dados***

Os dados resultantes da análise de conteúdo de cada um dos ME, com base na grelha de análise adotada, foram organizados em tabelas por dimensão ou subdimensão e por ano de escolaridade. De seguida, e de modo a responder às questões de investigação associadas a este estudo, foi realizada uma análise comparativa dos dois subconjuntos de ME (do 9º e 10º anos de escolaridade), com a finalidade de averiguar em qual dos níveis de ensino se verifica uma predominância relativa de abordagens históricas do conteúdo da TP, bem como do recurso a analogias, nomeadamente as históricas. Foram também comparados os ME de cada grupo, de modo a averiguar se há, ou não, diferenças entre os elementos de cada um desses conjuntos e a inferir se, em termos de conteúdo histórico, há, ou não, ME melhores do que outros.

## **3.4 Estudo das opiniões dos autores dos manuais escolares do ensino básico e secundário**

### ***3.4.1 Caracterização da população e da amostra***

A população deste segundo estudo corresponde ao universo de todos os autores de ME de Ciências Físico-Químicas, do 9º ano de escolaridade, e de Química A, do 10º ano de escolaridade, que se encontram em vigor no ano de 2010/2011. No entanto, dada a dimensão e as características da população em estudo (pessoas ocupadas e geograficamente dispersas), bem como o facto de alguns dos manuais serem adotados num número reduzido de escolas, considerou-se pouco viável, ou mesmo impossível, trabalhar com todos os sujeitos, pois tornava-se difícil, quer em termos económicos, quer em termos de dispêndio de tempo. Acresce ainda que, de acordo com Gall, Gall & Borg (2003), na investigação qualitativa torna-se mesmo desnecessário considerar toda a população, uma vez que, a partir de certa dimensão, o aumento do número de sujeitos que fornecem os dados não contribui para aumentar significativamente a qualidade dos resultados. Assim, decidiu-se seleccionar uma amostra de autores de ME de 9º e 10º ano.

Os dezasseis ME (oito de cada ano de escolaridade) são usados por um número muito diferente de escolas, sendo que alguns são usados em muito poucas, razão pela qual se pode pensar

que influenciam poucos professores e, conseqüentemente, poucos alunos, tornando-se pouco importantes em termos educativos. Contudo, sabendo que há escolas com dimensões muito diferentes, acabou por se considerar ser mais adequado recorrer ao volume de vendas para identificar os ME que têm possibilidade de influenciar maior número de alunos.

Assim sendo, selecionou-se uma amostra constituída por quatro autores de ME, sendo dois do 9º ano e dois do 10º ano, que se encontravam entre os quatro manuais mais vendidos em cada um dos anos (9º e 10º ano) e que estavam disponíveis para serem entrevistados.

A informação sobre os ME com maior volume de vendas foi obtida através da Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (DGIDC), que forneceu uma listagem de todos os ME de Ciências Físico-Químicas, de 9º ano, e de Física e Química A, de 10º ano, adotados pelas escolas no ano letivo de 2010/2011, organizada por ordem decrescente do volume de adoções, calculado com base na estimativa do número de alunos registados na “Base de Dados de Manuais Escolares” (Anexo 4).

Embora sabendo que praticamente todos os ME considerados apresentam mais do que um autor (excetuam-se apenas dois manuais de 10º ano de escolaridade, que apresentam um único autor), selecionou-se apenas um autor por manual. Considerou-se que esse autor representava a equipa de autores de cada um dos manuais selecionados para este estudo, partindo do princípio, que pode não ser totalmente verdadeiro, que todos os autores de um dado manual têm visões semelhantes sobre o assunto em causa. Procurou-se ainda enviar o pedido da realização da entrevista para os autores mais ligados à Química e procurou-se saber junto destes, quais estavam mais sensibilizados para a HC.

Dados recolhidos aquando da realização das entrevistas permitiram fazer a caracterização da amostra de autores como um grupo de professores com um currículo científico e académico sólido, todos com Mestrado na área da Educação em Ciências (Ensino da Química, Ensino da Química e da Física) ou em outra área educacional (Educação Multimédia). Dois dos autores tinham já o Doutoramento em Química e uma outra autora encontrava-se a fazer o Doutoramento em Ciências da Educação. No entanto, todos os inquiridos reconheceram não ter nenhuma formação específica em HC, e apenas referiram a abordagem de aspetos relacionados com a HC em unidades curriculares do âmbito dos seus cursos de Mestrado e/ou de Doutoramento. Acresce que, entre os autores entrevistados contavam-se duas coautoras dos programas nacionais de ensino secundário de Química A, que se encontravam numa posição privilegiada relativamente à interpretação do Programa no que concerne à HC no ensino e aprendizagem das ciências. Por outro, todos os autores entrevistados

tinham tido já outras experiências editoriais anteriores aos projetos em análise. Excetua-se a autora do MCFQ6, que integrou pela primeira vez um projeto de elaboração de ME em 2007 (com o 7º ano), em 2008 (com o 8ºano) e 2009 (com o 9º ano) de escolaridade. À data de recolha de dados, todos os autores entrevistados se encontram a fazer a revisão dos seus projetos editoriais para adoção a partir do ano letivo de 2012/2013, de acordo com o calendário de adoções definido pelo Ministério da Educação.

### ***3.4.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados***

Como técnica de recolha de dados recorreu-se à técnica do inquérito por entrevista, por se considerar que esta constitui uma das modalidades do método de inquérito que permite a recolha de informação e de opiniões de modo profundo (Cohen & Manion, 1990). Ao contrário do questionário, (que não permite um aprofundamento das respostas nem a clarificação das perguntas), a entrevista permite clarificar questões e respostas, fomentar o aprofundamento destas e obter dados complementares considerados relevantes durante a entrevista e não inicialmente previstos (Gall, Gall & Borg 2003). Contudo, o facto de na entrevista haver a interação direta do entrevistador com o entrevistado é fonte tanto de vantagens como de inconvenientes. Por um lado, é essa interação que permite alcançar uma maior profundidade relativamente a outros métodos de recolha de dados (Cohen & Manion, 1990; Gall, Gall & Borg, 2003) mas, por outro lado, pode influenciar as respostas e introduzir a subjetividade (por parte do entrevistador).

Segundo Bogdan & Biklen (1994), a entrevista é uma técnica adequada a um estudo de natureza qualitativa, entendida como um processo evolutivo, no qual as perguntas colocadas e os dados recolhidos decorrem, em parte, do próprio processo de investigação. A técnica de inquérito por entrevista tem como intenção “captar o discurso próprio do sujeito, deixando que a análise se torne evidente” (Bogdan & Biklen, 1994, p.108), procurando-se que os sujeitos, de forma individual, expressassem livremente as suas opiniões sobre o tema em estudo, nas suas próprias palavras (Gall, Gall & Borg, 2003).

Tendo em conta que nos interessa aceder às opiniões, conceções e razões dos autores de ME utilizou-se uma entrevista semiestruturada, em que o conteúdo e as questões principais se organizaram antecipadamente num guião ou protocolo, mas que, como referem Cohen & Manion (1990), dão ao entrevistador alguma flexibilidade e liberdade para criar oportunidades de perguntar, indagar e refinar as respostas. O recurso a grelhas ou guiões de entrevista permite, geralmente, garantir a recolha dos dados relevantes para a consecução dos objetivos de estudo, evitando que, quer entrevistado, quer

entrevistador se dispersem demasiado. Permite ainda o aprofundamento e clarificação dos assuntos e das respostas e ainda a recolha de dados sobre determinados aspetos junto de todos os intervenientes, o que facilita as comparações entre eles.

A entrevista semiestruturada, de acordo com Gall, Gall & Borg (2003), é o tipo de entrevista mais adequada a estudos de investigação educacional, na medida em que combina a objetividade (decorrente da existência de um protocolo ou guião) e a profundidade (decorrente da possibilidade de formular outras questões para além das que compõem o guião) na obtenção de dados. Considera-se ainda que as entrevistas semiestruturadas permitem obter dados comparáveis entre os vários sujeitos (Bogdan & Biklen, 1994), o que pode ser muito difícil com entrevistas abertas.

Tal como referem Gall, Gall & Borg (2003), o recurso a um guião de entrevista permite apresentar, na sequência desejada, (embora alterável) as questões que foram colocadas durante a entrevista e fornece as linhas orientadoras para que o entrevistado saiba como começar e acabar a entrevista.

O objetivo a alcançar com a entrevista foi o de compreender a abordagem histórica feita pelos autores de ME ao conteúdo da TP, designadamente no que respeita à utilização de analogias históricas.

O protocolo das entrevistas realizadas aos autores de ME foi adotado de um guião de entrevista já utilizado por Baptista (2006), que se encontra no Anexo 5. Este guião é constituído por três partes: Parte A (Caracterização dos Autores); Parte B (Importância Atribuída à História das Ciências); Parte C (Razões da Inclusão de Determinados Conteúdos Históricos nos Manuais).

Relativamente à parte A do referido guião de entrevista, Caracterização dos Autores e parte B do guião, Importância Atribuída à História das Ciências, não foram efetuadas alterações significativas. Estas duas partes foram comuns a todos os entrevistados. Em relação à parte C do guião, Razões da Inclusão de Determinados Conteúdos Históricos nos Manuais, foram efetuadas alterações no sentido de recentrar a atenção em aspetos relacionados com a história da TP, com as etapas e cientistas abordados na evolução histórica da TP, com a eventual centralidade e genialidade do trabalho de Mendeleev, com a presença ou ausências de analogias históricas, ou de outras analogias relacionadas com a TP. Foram ainda integradas questões que procuravam averiguar qual a perceção dos autores de ME relativamente à HC e à utilização de analogias no ensino e aprendizagem das ciências. Na formulação das questões procurou-se ainda indagar as razões que justificassem determinada resposta, evitando formular questões que limitassem a resposta do entrevistado. Esta parte C do guião de entrevista foi significativamente reformulada no sentido de compreender a interligação entre HC,

evolução histórica e analogias históricas na TP, bem como os resultados da análise de conteúdo histórico dos ME analisados e particularmente para aquele de que o entrevistado é coautor. Esta parte variou, por isso, de entrevistado para entrevistado.

O guião de entrevista final (Anexo 6), depois de reformulado, foi sujeito a discussão com a orientadora deste estudo e posteriormente sujeito à validação, por um painel de dois especialistas em educação em ciências, de modo a aferir da sua validade de conteúdo. Esta, de acordo com Gall, Gall & Borg (2003), refere-se ao nível de adequação do guião ao conteúdo ou domínio conceptual que se pretende avaliar. Deste processo não resultou necessidade de introduzir alterações relevantes no guião proposto.

### ***3.4.3 Recolha de dados***

O processo de recolha de dados deste segundo estudo processou-se em duas fases. Numa primeira fase, contactaram-se os autores seleccionados, via telefone e/ou *e-mail*, e combinou-se a data e o local da entrevista a realizar.

Das quatro entrevistas que permitiram a recolha de dados deste segundo estudo, três foram realizadas individualmente, ao autor representante de cada um de três manuais, e uma das entrevistas foi realizada conjuntamente às três autoras do outro ME (que fizeram questão de participar todas). Todas as entrevistas foram realizadas pela investigadora e foram todas áudio-gravadas (com a autorização por parte de todos os entrevistados) para não haver o risco, referido por de perda de informação relevante para a investigação.

De acordo com Gall, Gall & Borg (2003), a utilização de um sistema de gravação das respostas fornecidas pelos entrevistados, com vista à obtenção dos dados necessários à investigação, apresenta várias vantagens: a gravação da entrevista pode ser ouvida mais do que uma vez e ser estudada de forma mais completa do que no caso de o entrevistador só se limitar a tirar notas durante a entrevista; torna-se possível a reanálise da gravação da entrevista para testar hipóteses que não tinham sido colocadas no estudo original; permite ainda que outra pessoa, além do entrevistador, possa avaliar e classificar as respostas, ajudando a eliminar alguma subjetividade na análise de dados; permite ainda tornar mais rápido o processo de entrevista porque não há necessidade de o entrevistador gastar o tempo a tomar notas de uma forma extensiva.

Apesar de todas as vantagens referidas, Gall, Gall & Borg (2003) consideram que a gravação da entrevista apresenta como principal desvantagem o facto de que a presença do gravador pode alterar a situação da entrevista, pelo que o entrevistador deverá ter cuidado em explicar os objetivos e

os fins a que se destina a gravação da entrevista, de forma a ganhar a confiança do respondente e minimizar os efeitos indesejáveis da presença do gravador. Este cuidado foi tomado no estudo aqui em causa.

As entrevistas com os autores de ME foram realizadas em local acordado com cada um dos autores selecionados, e num espaço por eles sugerido. Dois autores de ME foram entrevistados no seu gabinete de trabalho, na faculdade em que lecionam. O grupo das três autoras de 10º ano, que pretenderam dar a entrevista em conjunto, foram entrevistadas na residência de uma delas, por sua sugestão. Uma autora de 9ºano foi entrevistada num centro comercial.

Em todas as entrevista realizadas houve a preocupação, sempre que possível, de respeitar e seguir a ordem das questões, estabelecida no protocolo, salvo nos casos em que os entrevistados focavam antecipadamente, no decorrer da conversa, o conteúdo de alguma questão.

#### ***3.4.4 Tratamento de dados***

Neste segundo estudo, após a realização e transcrição das entrevistas, as respostas obtidas foram submetidas a uma análise qualitativa de conteúdo, com vista à identificação das razões que moveram os autores dos ME analisados, nas suas decisões relativamente à forma como trataram os conteúdos históricos em causa nesta dissertação.

De acordo com Bardin (2009) a categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o género, com critérios previamente definidos. Ainda segundo este autor, as categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em função das características comuns desses elementos.

A análise de conteúdo foi feita com base em conjuntos de categorias definidas *a priori*, em que o sistema de categorias é fornecido e os elementos de resposta que vão sendo encontrados são repartidos, da melhor forma possível, por essas categorias (Bardin, 2009). Para isso, procedeu-se à identificação das respostas obtidas em cada uma das vertentes da entrevista realizada: Caracterização dos autores (parte A); Importância atribuída à HC (parte B); Razões da inclusão de determinados conteúdos históricos nos manuais (parte C). As respostas obtidas foram reagrupadas em quatro dimensões de resposta em função do seu conteúdo:

- Experiências, motivações e dificuldades de autores de manuais escolares
- Opiniões de autores de ME acerca da utilização da HC no ensino das ciências
- Opiniões de autores de ME acerca da história da TP incluída em manuais escolares

- Opiniões de autores de ME sobre a exploração e utilização de analogias históricas no ensino das ciências e no estudo da Tabela Periódica

Estas dimensões ou categorias de resposta constituíram-se de forma a incluírem todas as respostas idênticas entre si, em termos de conteúdo, e de forma a que uma dada resposta não fosse inserida em mais do que uma categoria de resposta. Em cada uma das categorias, fez-se a comparação entre estas e os resultados obtidos para análise de conteúdo dos ME, para cada um dos autores entrevistados, no que concerne à HC, à história da TP e às analogias históricas na sua evolução.

Sempre que se considerou pertinente, recorreu-se à transcrição de excertos das respostas dadas como forma de ilustrar e/ou fundamentar as afirmações efetuadas sobre os dados obtidos. Recorreu-se ainda, com frequência, à revisão de literatura efetuada, designadamente aos estudos referidos no Capítulo II, de forma a fundamentar a análise crítica e a interpretação das respostas dos entrevistados.





## CAPÍTULO IV

### APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 4.1 Introdução

No presente capítulo, são apresentados e discutidos os resultados de cada um dos dois estudos desenvolvidos, para responder às perguntas da investigação apresentadas na secção (1.3) do Capítulo I:

- i) Estudo sobre a história da TP nos ME do ensino básico e secundário (4.2);
- ii) Estudo das opiniões de autores de ME do ensino básico e secundário (4.3).

Assim, o primeiro destes dois subcapítulos (4.2) foi estruturado em quatro secções, definidas de acordo com as dimensões da grelha de análise de ME aplicada. O segundo destes subcapítulos (4.3) estrutura-se em quatro secções, definidas segundo as dimensões consideradas nas entrevistas realizadas aos autores de ME. Os resultados destes dois estudos serão relacionados no Capítulo V.

#### 4.2 A história da Tabela Periódica nos manuais escolares do ensino básico e secundário

##### *4.2.1 Tipo e organização da informação histórica relacionada com a Tabela Periódica*

Neste ponto, apresentam-se e discutem-se os resultados da análise de ME, do 9º e 10º ano de escolaridade, relativos à dimensão de análise Tipo e Organização da Informação Histórica Relacionada com a TP.

Conforme já referido na secção (3.3.2.), nesta dimensão de análise pretende-se averiguar de que forma os autores de ME incluem dados relativos aos cientistas e como apresentam a evolução histórica da TP. Esta dimensão encontra-se dividida em duas subdimensões: Cientistas e Evolução da Tabela Periódica.

Verifica-se que, no que diz respeito à subdimensão Cientistas, quer relativamente à sub-subdimensão Vida dos Cientistas, quer relativamente à sub-subdimensão Características dos Cientistas, a quantidade de informação histórica é muito reduzida, ou seja, muitos itens ou especificações não estão presentes em diversos ME, relativamente aos assuntos históricos em causa.

Nas tabelas 1 e 2 estão organizados os dados relativos à informação histórica relacionada com a TP, respetivamente em manuais de 9º ano de Ciências Físico-Químicas e de 10º ano de Química A, no que concerne à subdimensão Cientistas.

TABELA 1 - Informação histórica relativa aos Cientistas, incluída em ME de 9º ano

| Sub-subdimensão                | Especificações           | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                |                          | MCFQ1             | MCFQ2 | MCFQ3 | MCFQ4 | MCFQ5 | MCFQ6 | MCFQ7 | MCFQ8 |
| Vida dos Cientistas            | Dados biográficos        | ✓                 | ✓     | ✓     | –     | –     | ✓     | ✓     | ✓     |
|                                | Características pessoais | ✓                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                                | Episódios/anedotas       | ✓                 | –     | ✓     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Características dos Cientistas | Famosos /génios          | ✓                 | *–    | ✓     | ✓     | –     | ✓     | ✓     | ✓     |
|                                | Comum                    | –                 | *–    | –     | –     | –     | –     | –     | –     |

\* Em parte

TABELA 2 - Informação histórica relativa aos Cientistas, incluída em ME de 10º ano

| Sub-subdimensão                | Especificações           | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                |                          | MFQA1             | MFQA2 | MFQA3 | MFQA4 | MFQA5 | MFQA6 | MFQA7 | MFQA8 |
| Vida dos Cientistas            | Dados biográficos        | –                 | ✓     | ✓     | ✓     | –     | ✓     | ✓     | ✓     |
|                                | Características pessoais | –                 | –     | –     | ✓     | –     | –     | –     | –     |
|                                | Episódios/anedotas       | –                 | –     | –     | ✓     | –     | –     | –     | ✓     |
| Características dos Cientistas | Famosos /génios          | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | –     | ✓     | ✓     | –     |
|                                | Comum                    | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |

Relativamente à sub-subdimensão Vida dos Cientistas (tabelas 1 e 2), dois dos oito manuais de 9º ano (MCFQ4 e MCFQ5) e dois dos oito manuais do 10º ano (MFQA1 e MFQA5) não apresentam qualquer informação relativa a dados biográficos dos cientistas. Os restantes ME de 9ºano e de 10º ano, que apresentam dados biográficos, restringem-se às datas de nascimento e morte, nacionalidade e, por vezes, área de investigação do cientista. Contudo, salienta-se que os manuais MCFQ1, MCFQ6, MCFQ7 e MCFQ8 apenas apresentam dados biográficos relativamente a Dimitri Mendeleev, destacando o contributo deste cientista na construção da TP. No entanto, no caso do MCFQ1, no caderno de atividades (no âmbito de uma atividade de investigação), são referidos outros cientistas. No caso do 10º ano, salienta-se o MFQA3 que apresenta a data de atribuição do prémio Nobel da Química a Glenn Seaborg.

Quanto às Características Pessoais dos cientistas, constata-se que a generalidade dos ME, quer do 9º ano, quer do 10º ano de escolaridade, não apresenta explicitamente aspetos pessoais relativos aos cientistas considerados (tabelas 1 e 2). A este respeito, também um estudo realizado por Cardoso (2002) mostrou que, de um modo geral, os manuais não enfatizam as características pessoais dos cientistas que referem. Contudo, entre os ME de 9º ano, salienta-se o MCFQ1 que remete

para a ideia de génio associada a Mendeleev, ao descrevê-lo como “estudante brilhante” (p.9). Por outro lado, as fotografias de Mendeleev apresentadas nos manuais MCFQ2, MCFQ3, MCFQ4, MCFQ6, MCFQ7 e MCFQ8, que o retratam com cabelo longo e barbas compridas, remetem para a imagem de alguém com características carismáticas. Nos ME de 10º ano, embora não existam descrições de características particulares, é transmitida a imagem de Mendeleev como alguém genial, como acontece no MFQA1, que refere: “[...] num trabalho genial realizado em 1872, Mendeleev reorganizou todos os elementos então conhecidos.” (p.100). Acresce ainda que, na maioria dos ME, à semelhança do que acontecia com os manuais de 9º ano, é apresentada uma fotografia de Mendeleev com uma cabeleira rebelde, longas barbas e olhos negros penetrantes (MFQA2, MFQA3, MFQA4, MFQA5 e MFQA6), que remete para alguém com características especiais, reforçando a ideia de alguém genial. Esta imagem de Mendeleev (figura 1) é compatível com as encontradas na literatura, que veiculam a imagem de figura mítica, de olhar suave, cabelo em desalinho, barba de profeta (Strathern, 2002; Román Polo, 2002), venerável e sábio homem, com uma barba tão longa quanto a do próprio Deus (Poison, referido por Costa, 2007) ou de figura venerável de longas barbas ‘à Pai Eterno’ (Costa, 2007).

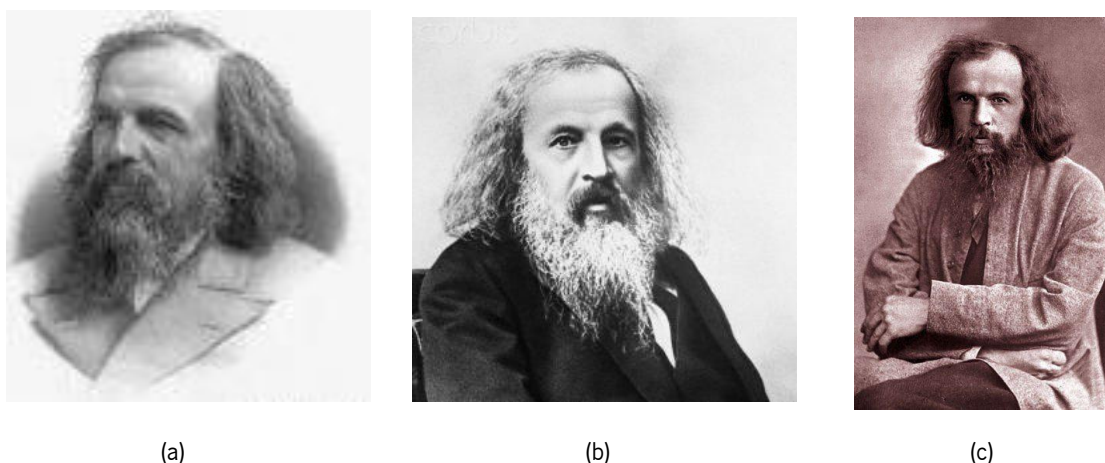


Figura 1 – Fotografia de Mendeleev: (a) MCFQ6, MCFQ8 e MFQA2; (b) MCFQ4 e MFAQ6; (c) MFQA3

Contudo, será de salientar que as barbas longas, tradicionais na Rússia, tinham raízes profundas, ligadas à igreja ortodoxa, e só no século XVII, com o imperador Pedro I, começaram a ser proibidas e objeto de imposto, pois os políticos de então pretendiam transmitir uma imagem de modernidade, no âmbito das reformas que pretendiam implementar, que não se compadecia com tais barbas.

Relativamente a Mendeleev, é ainda reforçada a ideia de génio (MCFQ3, MCFQ6, MCFQ7) ao ser referida a sua capacidade de previsão relativamente à existência de elementos químicos, ainda não conhecidos na época, mas que se encaixavam perfeitamente nos lugares deixados vagos na disposição

periódica por si apresentada. Posteriormente, a descoberta de alguns desses elementos (gálio e germânio) veio confirmar o sucesso da sua proposta de classificação periódica.

Tal como referido por Scerri (2011), as previsões bem-sucedidas têm um grande impacto psicológico ao serem entendidas como a capacidade de o cientista em questão conseguir prever o futuro. Neste sentido, os autores de ME atribuem a Mendeleev poderes extraordinários na capacidade de previsão bem-sucedida. Esta ideia é transmitida nos manuais MCFQ3, MCFQ6 e MCF7 e, a título de exemplo, destaca-se o manual MCFQ6 onde se lê: “[...]conseguiu prever as propriedades de alguns elementos que só viriam a ser descobertos mais tarde. Mendeleev procedeu a uma das mais notáveis classificações da história da ciência!” (p. 181), e o manual MCFQ7 onde se refere: “E ... as suas previsões foram confirmadas!” (p. 192).

Contudo, os ME analisados não focam o facto de algumas das previsões efetuadas por Mendeleev não terem sido bem-sucedidas, facto este que, segundo Scerri (2011), parece ter sido omitido dos episódios mais populares relacionados com a História da TP. Ainda de acordo com Scerri (2011), as previsões falhadas de Mendeleev levantam uma questão filosófica que, durante vários anos, dividiu historiadores e filósofos das Ciências, relativamente à capacidade de previsão *versus* capacidade de acomodação de uma teoria. Sem dúvida que a capacidade de previsão da teoria de Mendeleev foi determinante, mas a capacidade de acomodação da sua teoria não é menos importante na explicação de dados conhecidos e na sua incorporação numa nova teoria científica, de acordo com a qual Mendeleev conseguiu acomodar com sucesso os 63 elementos químicos conhecidos na época na sua TP (Scerri, 2011).

No que concerne à especificação Episódios/Anedotas, só dois manuais de 9º ano (MCFQ1 e MCFQ3) e dois de 10º ano (MFQA4 e MFQA8) apresentam este tipo de informação. Nos ME de 9º ano, salienta-se, no MCFQ1, a referência ao facto de Mendeleev ter sido casado duas vezes, afirmando-se que “[...] por esse motivo, nunca foi admitido na Academia Imperial das Ciências” (p.9). Ainda nos ME de 9º ano, no MCFQ3, é feita a referência a que a Lei das Oitavas apresentada por John Newlands, foi “[...] ridicularizada pelo presidente da Real Sociedade de Química de Londres. Porém, passados 21 anos, esta mesma sociedade, premiou-o, reconhecendo o mérito da sua ideia [...]”(p. 127). Na mesma página, Mendeleev é ainda apresentado como “O Professor que queria ensinar bem”. Por seu turno, o MFQA4 dá grande destaque a Henry Moseley, apresentando-o como “Um cientista sem vocação para a guerra” (MFQA4, p.100). Neste manual, os respetivos autores destacam Moseley como um “marco assinalável” na HC, realçando, num texto introdutório, a contribuição deste cientista para o estabelecimento do conceito de número atómico e a definição de Lei Periódica. O texto transporta os

alunos para a História do início do século XX, integrando a atividade científica de Moseley no contexto da Primeira Guerra Mundial. A fotografia apresentada (figura 2), em que Moseley aparece fardado (como militar) no seu laboratório, associada ao texto apresentado no ME, remete para um jovem cientista que, apenas em quatro anos de investigação, deu um grande contributo para a compreensão da relação entre a estrutura dos átomos e a organização dos elementos químicos na TP. Desta forma, Moseley surge como um herói de guerra que deixou o laboratório onde, em poucos anos, tinha feito um trabalho notável, para morrer em combate, ficando assim a ideia de um patriota genial associado à evolução histórica da TP.



Figura 2 – Henry Moseley: Um cientista sem vocação para a guerra (MFQA4, p.100)

Ainda no MFQA8, numa caixa de texto lateral existe uma referência a Mendeleev como “Químico russo, conhecido como “o pai da Tabela Periódica” (p.147).

Os resultados obtidos relativamente à presente dimensão de análise (Informação Histórica Relativa aos Cientistas, incluída em ME) são apoiados por diversos estudos realizados sobre o conteúdo histórico presente em manuais escolares que referem que em alguns casos, os aspetos históricos são ignorados e/ou distorcidos (Justi & Gilbert, 2000; Níaz, 2000; Rodríguez & Níaz, 2002), ou tratados de uma forma muito superficial (Baptista, 2006; Pereira & Amador, 2007) e que as controvérsias históricas não são mencionadas (Níaz, 2000). Assim, tal como referido por Duarte (2007), os resultados, de uma forma geral, permitiram concluir que muitos autores de ME não prestam a atenção devida ao desenvolvimento das ideias científicas.

Nas tabelas 3 e 4, apresentam-se os dados relativos à subdimensão Evolução da TP, respetivamente, em ME de 9º e 10º ano. Comparando os dados apresentados nestas duas tabelas verifica-se que, a maioria dos ME de 9º ano e a totalidade dos ME de 10º ano, fazem referência a

descobertas científicas relevantes no contexto de evolução histórica da TP. Contudo, de um modo geral, os diversos manuais combinam diferentes tipos de referências a essa evolução.

TABELA 3 - Informação histórica relativa à evolução da TP, incluída em manuais de 9º ano

| Especificações                         | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                        | MCFQ1             | MCFQ2 | MCFQ3 | MCFQ4 | MCFQ5 | MCFQ6 | MCFQ7 | MCFQ8 |
| Menção a uma descoberta científica     | ✓                 | ✓     | ✓     | –     | ✓     | –     | –     | ✓     |
| Descrição de uma descoberta científica | –                 | ✓     | –     | –     | –     | –     | –     | ✓     |
| Menção a períodos discretos            | –                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | –     | –     |
| Linear e reto                          | ✓                 | –     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Evolução real                          | –                 | ✓     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Evolução acabada                       | –                 | ✓     | ✓     | ✓     | –     | ✓     | ✓     | –     |
| Evolução em aberto                     | ✓                 | –     | –     | –     | ✓     | –     | –     | ✓     |

TABELA 4 - Informação histórica relativa à evolução da TP, incluída em manuais de 10º ano

| Especificações                         | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                        | MFQA1             | MFQA2 | MFQA3 | MFQA4 | MFQA5 | MFQA6 | MFQA7 | MFQA8 |
| Menção a uma descoberta científica     | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Descrição de uma descoberta científica | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Menção a períodos discretos            | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Linear e reto                          | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | –     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Evolução real                          | –                 | –     | –     | –     | ✓     | –     | –     | –     |
| Evolução acabada                       | –                 | ✓     | –     | ✓     | –     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Evolução em aberto                     | ✓                 | –     | ✓     | –     | ✓     | –     | –     | –     |

Apenas dois dos manuais (MCFQ2 e MCFQ8) de 9º ano apresentam a descrição dessas descobertas. Destaca-se o MCFQ2 que apresenta, de uma forma sistemática, a descrição das principais descobertas científicas associadas à história da TP, como por exemplo as Triades, de Johann Döbereiner, o Parafuso Telúrico, de Chancourtois, a Lei das Oitavas, de Newlands, a Lei Periódica, de Mendeleev, e, posteriormente, a Lei Periódica, de Moseley, abrangendo de uma forma clara e bastante completa a descrição das principais ideias científicas estruturantes na evolução da TP. No MCFQ8 é feita a descrição da forma como Mendeleev organizou os elementos na TP, referindo que “Este químico russo [...] teve a ideia de dispor em filas, por ordem crescente da massa atômica, e de tal modo, que os elementos com propriedades semelhantes ficassem na mesma linha horizontal ...” (p.111).

Pelo contrário, no caso do 10º ano, todos os manuais descrevem e explicam pelo menos uma descoberta associada à TP. Contudo, o MFQA1 faz uma descrição superficial de marcos importantes na história da TP, como por exemplo a Lei das Tríades ou a Lei das Oitavas, sem contudo explicar em que consistia cada uma dessas leis. Este ME apresenta um conteúdo histórico muito pouco aprofundado, de acordo com o nível etário dos alunos aos quais se destina. Também o MFQA3 não apresenta explicação de ideias importantes associadas às principais descobertas científicas relacionadas com a TP, referindo as etapas consideradas determinantes na sua evolução num quadro resumo com o título de “Alguns apontamentos sobre a história da Tabela Periódica” (p.73). Destaca-se nesta análise, pela positiva, o MFQA5 em que a abordagem histórica é bastante completa, referindo as principais etapas associadas à evolução histórica da TP e apresentando, em todas elas, a sua explicação.

A generalidade dos ME, quer de 9º ano, quer de 10º ano, faz referência a períodos discretos, mencionando etapas determinantes na evolução da TP, mas sem descreverem a forma como se passou de uma dessas etapas a outras que lhe foram sucedendo. Praticamente, todos os ME apresentam a evolução da TP como linear e unidirecional e, tal como verificado por Cardoso (2002), a generalidade dos manuais analisados não apresenta o carácter de tentativa e erro associado à evolução do conhecimento científico, ou como resultado de avanços e recuos, de controvérsias associadas às descobertas científicas, de erros e frustrações.

Contudo, alguns ME procuram dar, pontualmente, uma ideia de evolução não linear da TP, destaca-se a este propósito, no 9º ano, o manual MCFQ2 ao referir que “[...] apesar das regularidades observadas, a disposição dos elementos de Newlands apresentava incorreções ... as ideias de Newlands foram alvo de críticas e rejeitadas” (p.159). Neste manual, refere-se ainda que, embora a TP de Mendeleev “tenha tido sucesso reconhecido, as versões iniciais tinham algumas inconsistências” (p.160) e que as inconsistências na TP de Mendeleev levaram os químicos a encontrarem outra explicação para a periodicidade das propriedades dos elementos que não a massa atómica. Desta forma, este manual apresenta uma perspetiva que se considera, para o nível de ensino básico, mais próxima da evolução real. Também a este propósito, no 10º ano, destaca-se o MFQA5 que faz uma incursão por um percurso não linear da TP, com referência ao estabelecimento de alguma relação entre propostas de organização periódicas dos elementos, tal como se passa a transcrever:

”[...] Alexandre de Chancourtois propôs um novo modelo, em que os elementos continuavam a ser organizados por ordem crescente de massas atómicas [...] este modelo não teve grande aceitação, por se ter revelado pouco consistente e ser graficamente complicado.” (MFQA5, p.129)



“A tabela de Newlands, apesar de conter muitas situações por explicar, contribuiu de uma forma notável para os trabalhos dos químicos que se seguiram [...] a ideia básica de Newlands foi retomada anos mais tarde por Meyer e Mendeleev que, em trabalhos independentes, formularam a lei que regula a periodicidade dos elementos químicos.” (MFQA5, p.130)

Relativamente às especificações Evolução Acabada *versus* Evolução em Aberto, metade dos ME de 9º ano e mais de metade dos ME de 10º ano, transmite a ideia de que a TP atual está perfeitamente organizada, apresentando uma evolução acabada, tendo a base dessa organização sido a Lei Periódica formulada por Mendeleev. Poucos são os manuais que transmitem a ideia de que a TP atual tem uma evolução aberta, salientando que alguns elementos foram descobertos recentemente, como acontece em três manuais do 9º ano (MCFQ1, MCFQ5, MCFQ8). A este respeito, o MCFQ1 refere “Em 1999 descobriu-se o elemento com número atômico 114. Ainda não tem nome definitivo [...]” (p.9) e o MCFQ5 afirma “A Tabela Periódica está em constante evolução. A descoberta dos diferentes elementos químicos foi feita ao longo de vários séculos em diversos países” (p.166). Por seu turno, o MCFQ8 refere que “alguns elementos, por terem sido sintetizados recentemente, ainda não têm atribuído um nome definitivo”( p.112). Nos manuais de 10º ano destacam-se também três manuais (MFQA1, MFQA3 e MFQA5) em que é admitida a possibilidade de a TP atual poder evoluir. No MFQA1 refere-se que “A tabela atual não tem lugares por preencher, como acontecia no tempo de Mendeleev, mas é de esperar que novos elementos com mais de 118 prótons venham a ser descobertos ...” (p.100). Assim, está implícita a possibilidade de reconfiguração da TP em função de novas descobertas. Também o MFQA3 se destaca devido a uma atividade prática de sala de aula (APSA), intitulada “Estará a história dos elementos químicos a terminar?” (p.74). Esta atividade remete para a pesquisa em torno de novos elementos químicos sintetizados e para a eventual necessidade de reconfiguração da TP. Finalmente, no MFQA5 é transmitida a ideia de evolução, numa atividade designada “A TP ainda não está completa?”, onde se refere que “A Tabela Periódica é uma base de dados ainda em evolução, já que prevê a possibilidade de existência de elementos que ainda não foi possível obter” (p.132).

Seguidamente, nas tabelas 5 e 6 apresentam-se os dados relativos às pessoas responsáveis pela evolução da TP, segundo os ME de 9º e 10º ano.

TABELA 5 - Informação histórica relativa às pessoas responsáveis pela evolução da TP, incluída em ME de 9º ano

| Especificações         | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                        | MCFQ1             | MCFQ2 | MCFQ3 | MCFQ4 | MCFQ5 | MCFQ6 | MCFQ7 | MCFQ8 |
| Cientistas individuais | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Apenas Mendeleev       | ✓                 | –     | –     | –     | –     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Outros                 | –                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | –     | –     | –     |
| Grupos de cientistas   | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Comunidade científica  | *–                | *–    | ✓     | ✓     | ✓     | –     | –     | –     |

\*Em parte

TABELA 6 - Informação histórica relativa às pessoas responsáveis pela evolução da TP, incluída em ME de 10º ano

| Especificações         | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                        | MFQA1             | MFQA2 | MFQA3 | MFQA4 | MFQA5 | MFQA6 | MFQA7 | MFQA8 |
| Cientistas individuais | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Apenas Mendeleev       | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Outros                 | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Grupos de cientistas   | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Comunidade científica  | ✓                 | ✓     | –     | –     | ✓     | ✓     | –     | ✓     |

No que concerne à subdimensão Pessoas Responsáveis pela evolução da TP, os autores de ME (9º e 10º ano) atribuem essa responsabilidade, em todos os casos analisados, a cientistas individuais trabalhando isoladamente, não havendo qualquer referência ao trabalho de um grupo de cientistas. Além disso, quatro dos manuais de 9º ano (MCFQ1, MCFQ6, MCFQ7 e MCFQ8) atribuem a evolução da TP apenas a Mendeleev. Assim, no MCFQ1 pode ler-se “O químico russo, Mendeleev, resolveu ordenar os elementos então conhecidos numa tabela” (p.8) e ainda na mesma página: “Assim, construiu uma tabela que mudou a Química – a Tabela Periódica dos Elementos.” No MCFQ6 refere-se também que “A primeira Tabela Periódica foi elaborada, em 1870, pelo químico russo Dimitri Mendeleev” (p. 181). Ainda no MCFQ7 se refere que Mendeleev “... organizou os elementos numa tabela tendo em conta a massa dos átomos e as suas propriedades químicas...” e ainda que “A tabela proposta por Mendeleev está na base da atual Tabela Periódica dos elementos” (p. 192). Ainda no MCFQ8 é referido que “[...] a primeira Tabela Periódica que deu origem à atual foi elaborada por Mendeleev” (p. 111). Apenas em quatro ME de 9º ano (MCFQ2, MCFQ3, MCFQ4 e MCFQ5) são

referidos outros cientistas, além de Mendeleev, e apresentadas as suas ideias sobre a organização dos elementos químicos, designadamente Antoine Lavoisier, Johann Döbereiner, Alexandre de Chancourtois, John Newlands, Lothar Meyer, Henry Moseley e Glenn Seaborg, embora se saliente que nem todos estes nomes sejam referidos por todos os manuais.

No 10º ano, nenhum dos ME atribui exclusivamente a Mendeleev a construção desta tabela. No entanto, todos atribuem grande destaque a Mendeleev, reconhecendo que a sua tabela foi precursora da atual TP. Salienta-se ainda que, a generalidade dos ME de 10º ano analisados não apresenta como uma das etapas determinante na evolução da TP os trabalhos realizados por Alexandre de Chancourtois. Salienta-se ainda que cinco manuais (MFQA2, MFQA4, MFQA5, MFQA6 e MFQA7) remetem para o facto de que, mais ou menos na mesma época, Lothar Meyer e Dimitri Mendeleev chegaram independentemente às mesmas conclusões, como se ilustra com os manuais MFQA2 e MFQA4:

“A ideia de ordenar os elementos segundo a ordem crescente das massas atómicas foi proposta na mesma altura pelo médico alemão Lothar Meyer e pelo químico russo Dimitri Mendeleev.” (MFQA2, p. 121)

“[...] a ideia básica de Newlands foi retomada poucos anos mais tarde por Meyer e Mendeleev que, independentemente e simultaneamente, encontraram razões para classificar novamente os elementos em função das suas massas atómicas, verificando a existência de uma periodicidade nas propriedades dos elementos.” (MFQA4, p.101)

No que concerne à especificação Comunidade Científica, verifica-se que as referências são escassas e pontuais e, na maioria das vezes, está implícita a aceitação ou recusa das novas ideias científicas no quadro conceptual das teorias dominantes. Apenas três manuais de 9ºano (MCFQ3, MCFQ4 e MCFQ5) e cinco manuais de 10ºano (MFQA1, MFQA2, MFQA5, MFQA6 e MFQA8) fazem referência à sua influência.

Quanto aos manuais MCFQ3, MCFQ4 e MCFQ5, pode encontrar-se uma referência mais direta relativamente à atuação da comunidade científica. No MCFQ3 refere-se que a Lei das Oitavas, apresentada por Newlands, “[...] começou por ser ridicularizada pelo presidente da Real Sociedade de Química de Londres. Porém, passados 21 anos, esta mesma sociedade, premiou-o, reconhecendo o mérito da sua ideia [ ...]” (p. 127). No manual MCFQ4 salienta-se a referência à comunidade científica ao mencionar-se que “Hoje conhecem-se 117 elementos, e muitos foram os cientistas que contribuíram para a sua identificação” (p. 136). No manual MCFQ5 os autores apresentam um modelo de uma TP construída com bandeiras de vários países com o objetivo de transmitir a ideia de que a atual TP está em evolução e foi construída por cientistas de todo o mundo e ao longo de vários séculos. Neste manual, o papel da comunidade científica é apresentada de uma forma explícita pelos respetivos

autores, quer pela imagem apresentada (figura 3), quer pela referência a que “A descoberta dos diferentes elementos químicos foi feita ao longo de vários séculos em diversos países “ (p. 166).

Nos manuais MCFQ1 e MCFQ2 a referência à comunidade científica foi considerada implícita. No MCFQ1 pode reconhecer-se a influência da comunidade científica relativamente às ideias científicas emergentes quando este ME, refere, relativamente a Mendeleev, que “Casou-se duas vezes e, por esse motivo, nunca foi admitido na Academia Imperial das Ciências” (p.9). No manual MCFQ2 pode ler-se, relativamente a Newlands: “[...] esta disposição dos elementos apresentava incorreções [...] Daí as ideias de Newlands terem sido alvo de críticas e rejeitadas”(p.159). Esta frase remete para a não-aceitação do modelo de Newlands por parte da comunidade científica da época. Ainda no mesmo manual, pode ler-se também: “Embora esta Tabela Periódica tenha tido um sucesso reconhecido, as versões iniciais continham algumas inconsistências. Isso levou os químicos a inúmeras investigações, no sentido de encontrar explicação para a verificada periodicidade das propriedades dos elementos. Entendiam que deveria haver outra propriedade fundamental [...]”(p. 160).

Relativamente aos ME de 10<sup>º</sup> ano, o MFQA1 faz também referência à comunidade científica, de uma forma implícita, ao contextualizar as ideias e descobertas anteriores a Mendeleev e que, de alguma forma, serviram de base de sustentação ao seu trabalho: “Foi esta a herança recebida pelo russo Dimitri Mendeleev ...” (p.100). Também no MFQA2 há uma referência explícita à comunidade científica a propósito do trabalho desenvolvido por Newlands: “[...] esta lei apresentava incoerências que impediram que fosse aceite pela comunidade científica da época”(p.121). Os autores deste manual fazem ainda uma referência à Sociedade Russa de Química: “Mendeleev apresentou um ano antes de Lothar Meyer a sua própria Tabela de Classificação de Elementos à Sociedade Russa de Química”(p. 122). No manual MFQA5 lê-se que: “A organização dos elementos em função da massa atômica parecia lógica para os químicos da época, uma vez que era evidente que havia uma relação entre o comportamento químico e a massa atômica” (p.109). Neste manual, é vincada a referência à comunidade científica, através de uma imagem já apresentada na figura 3, e que aparece com a legenda: “Tabela Periódica dos elementos, com a indicação dos países em que foram descobertos”. Chama-se à atenção de que esta imagem da TP, construída por bandeiras de vários países, é utilizada em dois ME analisados neste estudo (MCFQ5 e MFQA5) que embora não sejam da mesma equipa de autores são ambos da mesma editora (figura 3). Por seu lado, no MFQA6, os autores referem-se à Lei das Oitavas proposta por Newlands dizendo que “Esta classificação nunca foi aceite pela comunidade científica, porque não se aplicava a todos os elementos conhecidos” (p.105). Ainda no MFQA8 pode ler-se “Após a publicação do trabalho de Mendeleev, muitos cientistas dedicaram a tentar explicar a

periodicidade das propriedades dos elementos, tendo contribuído para aprofundar o conhecimento do átomo e para a descoberta de novos elementos” (p.147), o que evidencia ao envolvimento de vários cientistas no mesmo assunto.

Figura 3 – Tabela Periódica dos elementos, com a indicação dos países em que foram descobertos (MCFQ5, p.166; MFQA5, p.128)

Em síntese, poderemos referir que, relativamente à dimensão Tipo e Organização da Informação Histórica Relacionada com a TP, se encontram pequenas diferenças na forma como os autores de ME tratam a informação histórica. Os dados recolhidos parecem mostrar que, tal como se constatou num estudo realizado por Cardoso (2002), os ME analisados, de um modo geral, não salientam Características Pessoais nem Episódios/Anedotas relacionadas com os cientistas. Por outro lado, parece não existir a preocupação de apresentar a evolução da TP como resultante de avanços e recuos, de controvérsias e crises. Com alguma frequência, a evolução da TP é apresentada como sendo um processo cumulativo, linear e sequencial e, no que diz respeito às pessoas responsáveis por essa evolução, os manuais atribuem-na a cientistas individuais, raramente salientando o papel da comunidade científica. Salienta-se que também em vários estudos (Leite, 2002; Cardoso, 2002; Baptista 2006; Pereira & Amador, 2007) é referido que o papel da comunidade científica no processo de construção das ciências é muitas vezes omissivo.

Da análise comparativa efetuada entre ME de 9º e 10º ano, emerge uma diferença notória na forma de abordar a evolução histórica da TP: metade dos ME de 9º ano transmite a ideia de que a TP foi uma criação genial e apenas devida a Mendeleev, não salientando o papel de outros cientistas na evolução histórica desta tabela, enquanto que os manuais de 10º ano não atribuem um papel tão exclusivo e/ou preponderante a este cientista. Nos manuais de 10º ano, parece existir uma maior preocupação em descrever pelo menos algumas das etapas mais relevantes na evolução histórica da

TP, etapas essas em conformidade com a revisão de literatura efetuada nesta dissertação e relevantes para a compreensão do modo como a TP evoluiu de facto.

#### ***4.2.2 Correção e exatidão da informação histórica, contexto no qual a informação histórica é relatada e estatuto do conteúdo histórico***

Relativamente à dimensão Correção e Exatidão da Informação Histórica, foi efetuada uma análise no que concerne à exatidão de datas e/ou etapas significativas na evolução da TP; à correção científica na atribuição das descobertas aos cientistas respetivos; à correção científica de conceitos, teorias ou leis e sua exploração; ao rigor na apresentação da informação. Esta análise foi efetuada tendo por base a revisão de literatura apresentada no Capítulo II.

Nas tabelas 7 e 8 organizam-se os dados recolhidos relativamente à dimensão de análise Correção e Exatidão da Informação Histórica em manuais de 9º e 10º ano de escolaridade:

TABELA 7 – Correção e exatidão da informação histórica, incluída em manuais de 9º ano

| Correção e exatidão da informação histórica                  | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                              | MCFQ1             | MCFQ2 | MCFQ3 | MCFQ4 | MCFQ5 | MCFQ6 | MCFQ7 | MCFQ8 |
| Exatidão de datas/etapas significativas na evolução da TP    | –                 | ✓     | ✓     | –     | ✓     | –     | –     | –     |
| Correção científica na atribuição da descoberta/cientista(s) | –                 | ✓     | ✓     | –     | ✓     | –     | –     | –     |
| Correção científica de ideias/conceitos e sua exploração     | –                 | ✓     | ✓     | –     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Rigor na apresentação/exploração da informação               | –                 | ✓     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |

TABELA 8 – Correção e exatidão da informação histórica, incluída em manuais de 10º ano

| Correção e exatidão da informação histórica                  | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                              | MFQA1             | MFQA2 | MFQA3 | MFQA4 | MFQA5 | MFQA6 | MFQA7 | MFQA8 |
| Exatidão de datas/etapas significativas na evolução da TP    | ✓                 | –     | ✓     | –     | ✓     | –     | –     | –     |
| Correção científica na atribuição da descoberta/cientista(s) | ✓                 | –     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Correção científica de ideias/conceitos e sua exploração     | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Rigor na apresentação/exploração da informação               | ✓                 | –     | ✓     | –     | ✓     | ✓     | –     | –     |

Da análise das tabelas 7 e 8 constata-se que mais de metade dos ME de 9ºano não apresenta exatidão de datas/etapas significativas na evolução da TP e poucos são os manuais que apresentam correção na atribuição das descobertas/cientistas. Contudo, embora a generalidade dos ME apresente

correção científica de ideias/conceitos e sua exploração, de acordo com o nível etário a que se destinam, revela falta de rigor na apresentação/exploração da informação histórica sobre a TP. No 10º ano, existe uma maior preocupação por parte dos autores de ME, não só com a correção científica na atribuição das descobertas aos cientistas, mas também com a correção das ideias/conceitos abordados e sua exploração. No entanto continua a verificar-se pouca exatidão nas etapas/datas significativas na evolução da TP e, consequentemente, pouco rigor na apresentação e exploração da informação.

Da análise das duas tabelas, destacam-se dois ME de 9º ano (MCFQ1 e MCFQ4) que revelam como ausentes todas as especificações da presente dimensão de análise e um dos ME de 10º ano (MFQA2) apenas revela como presente uma dessas especificações. No MCFQ1 não há referência a datas, etapas, épocas, nem mesmo a data da apresentação, ou até mesmo o século em que se enquadra o modelo da TP de Mendeleev (só é feita referência à data de nascimento e morte deste cientista). Neste manual, não é feita qualquer contextualização da informação histórica. Por outro lado, não são exploradas ideias ou conceitos científicos que estiveram na base da construção da TP, sendo esta apresentada como uma criação linear de Mendeleev, como se evidencia no extrato:

“O químico russo, Mendeleev, resolveu ordenar os elementos então conhecidos numa tabela. Isto porque verificou que as suas propriedades se repetiam de forma periódica” (MCFQ1, p.8).

O conteúdo histórico é muito reduzido, existindo apenas um parágrafo de texto sobre Mendeleev, uma caixa com pouquíssimos dados biográficos, uma fotografia da sua TP construída no prédio onde morou, o que não é suficiente para se poder considerar como informação histórica relevante. No que diz respeito ao manual MCFQ4, é feita uma pequena introdução sobre a origem da TP, na qual as autoras tomam a opção de destacar etapas históricas que, de acordo com a revisão de literatura feita na secção (2.3) não são as mais relevantes na história da TP, como por exemplo, referir o alquimista Henning Brand, como o autor da descoberta do fósforo em 1669. Acresce ainda que as autoras fazem referência a John Dalton, como tendo sido o responsável, no início do séc. XIX, pela “primeira tentativa de organizar os elementos que conhecia distribuindo-os por ordem crescente de massas atómicas” (p.136). Neste ponto, e de acordo com a literatura relevante nesta área, verifica-se alguma falta de correção científica na medida em que, só há evidências históricas relativas ao facto de Dalton ter procedido à organização de uma tabela com símbolos e massas atómicas dos elementos, não estando ainda presente a intenção de organizar qualquer arranjo periódico dos elementos.

No MFQA2, apesar de se verificar alguma correção científica de ideias/conceitos e sua exploração, não se verifica correção científica na atribuição das propostas de organização na TP aos respetivos cientistas e a apresentação das etapas significativas na evolução da TP não é clara, pelo que existe pouco rigor na forma como a informação histórica é explorada. Como exemplo, pode destacar-se o seguinte excerto:

“Em 1865, o químico inglês John Newlands (1837-1898) e o geólogo francês Alexandre de Chancourtois (1820-1886) verificaram que, ao ordenarem os elementos conhecidos por ordem crescente das suas massas atómicas, as propriedades dos elementos se repetiam (havia uma certa periodicidade). O primeiro tinha propriedades semelhantes às do oitavo; o segundo às do nono e assim sucessivamente. Newlands conseguiu formar estes conjuntos de sete elementos, a que deu o nome de Lei das Oitavas. Este foi o primeiro sistema periódico publicado, precursor da Tabela Periódica” (MFQA2, p. 121).

Conforme pode ser constatado, neste pequeno excerto do MFQA2, existe falta de correção científica na atribuição das descobertas aos respetivos cientistas e falta de rigor na forma como a informação é apresentada. Neste excerto, não é feita uma clara distinção entre as ideias apresentadas por Newlands e as ideias de Chancourtois, dando a informação ao aluno que estes dois cientistas parecem ter trabalho em conjunto ou que ambos desenvolveram as mesma ideias e chegaram às mesmas conclusões o que, de facto, não aconteceu. Não há referência ao modelo proposto por Chancourtois e a Lei das Oitavas aparece atribuída aos dois cientistas. Além disso, a Lei das Oitavas não está formulada com clareza e correção científica na medida em que esta lei era verificada pela relação de periodicidade que existia entre o primeiro e o oitavo elemento de cada grupo de elementos apresentados por John Newlands e não aos ‘conjuntos de sete elementos’ tal como referido no excerto anterior.

Ainda nos manuais MFQA4, MFQA7 e MFQA8 também se destacam situações de falta de rigor na forma como o conteúdo histórico é apresentado, uma vez que não é feita uma atribuição da data (ano) em que os diversos modelos foram apresentados pelos respetivos cientistas: no MFQA4 não é referido o ano da apresentação da TP proposta por Mendeleev; no MFQA7 também só há referência à data do modelo proposto por John Döbereiner; no MFQA8 só é feita referência à data do modelo de Newlands. Contudo, salienta-se ainda que todos estes manuais referem as datas de nascimento e morte dos cientistas que destacam na evolução histórica da TP, o que se considera não ser suficiente para situar o aluno no contexto de evolução histórica da TP.

Entre os ME de 9º ano salienta-se o manual MCFQ2, cuja análise se revelou muito consistente relativamente à Correção e Exatidão da Informação Histórica. Neste manual, a informação sobre conteúdo histórico da TP é apresentada com correção científica e de acordo com as Orientações



Curriculares. É feita referência às principais etapas da evolução da TP e esta não é apresentada como uma criação linear exclusivamente devida a Mendeleev. Pelo contrário, é transmitida a ideia de que a construção da TP integra contributos de vários cientistas, tendo ainda o cuidado de referir que Mendeleev e Lothar Meyer chegaram os dois na mesma época, independentemente mas em simultâneo, às mesmas conclusões.

Salienta-se ainda nesta análise que praticamente todos os ME 10º ano apresentam a TP como o resultado da contribuição de vários cientistas e, embora dando realce ao trabalho desenvolvido por Mendeleev, não é transmitida a ideia de que a TP é uma criação exclusiva deste cientista, contrariamente ao que acontece no 9º ano, em que, como já foi referido na secção anterior, metade dos ME apresenta a TP como criação apenas devida a Mendeleev. Salienta-se ainda que os manuais MFQA1, MFQA2, MFQA3, MFQA4, MFQA6 e MFQA7 consideram mais ou menos as mesmas etapas e cientistas determinantes na evolução histórica da TP, sendo que em nenhum deles é considerado o trabalho desenvolvido por Alexandre de Chancourtois. No entanto, o trabalho deste cientista corresponde a uma das etapas consideradas relevantes na evolução histórica da TP, de acordo com a revisão de literatura apresentada em (2.3). Pode verificar-se que só nos manuais MFQA5 e MFQA8 é feita referência à proposta de organização periódica dos elementos apresentada por Alexandre de Chancourtois que ficou conhecida como o Parafuso Telúrico ou Caracol de Chancourtois. Esta tendência de não referir o trabalho de Alexandre de Chancourtois já tinha sido anteriormente constatada na generalidade dos ME de 9º ano. Talvez esta opção dos autores de ME se deva ao facto de considerarem que, como este modelo não foi bem aceite pela comunidade científica da época, também não terá grande interesse para os alunos. No entanto, o facto de este modelo não ter sido aceite na época poderá relacionar-se mais com a dificuldade da construção do modelo num espaço tridimensional e com o facto de a formação de base do seu autor não se centrar na Química (era na área da Geologia) do que com as ideias científicas apresentadas.

Relativamente aos ME de 9ºano apenas dois manuais (MCFQ2 e MCFQ5) fazem referência a Henry Moseley e à descoberta do número atómico e nenhum dos ME faz referência à reorganização da TP feita por Glenn Seaborg. No 10º ano, esta tendência é contrariada verificando-se que sete dos oito manuais (MFQA2, MFQA3, MFQA4, MFQA5, MFQA6, MFQA7 e MFQA8) referem Henry Moseley e a descoberta do número atómico e da Lei Periódica, em 1913. No entanto, apenas três manuais (MFQA3, MFQA5, MFQA6) referem Glenn Seaborg e a descoberta dos elementos transurânicos e a sua reconfiguração da TP apresentada na década de quarenta do século passado. De uma forma geral, constata-se também que a generalidade dos ME quer de 9º ano, quer de 10º ano, refere que o critério

da organização dos elementos na TP de Mendeleev era a massa atômica e, atualmente é o número atômico, embora esta distinção nem sempre esteja bem explícita.

Seguidamente, nas tabelas 9 e 10 são apresentados os dados recolhidos relativamente à dimensão de análise Contexto no qual a Informação Histórica é Relatada em manuais de 9º e 10º ano de escolaridade.

TABELA 9 - Contexto no qual a informação histórica, incluída em ME de 9º ano, é relatada

| Contexto no qual a informação histórica é relatada | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                    | MCFQ1             | MCFQ2 | MCFQ3 | MCFQ4 | MCFQ5 | MCFQ6 | MCFQ7 | MCFQ8 |
| Científico                                         | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Tecnológico                                        | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Social                                             | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Político                                           | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Religioso                                          | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |

TABELA 10 – Contexto no qual a informação histórica, incluída em ME de 10º ano, é relatada

| Contexto no qual a informação histórica é relatada | Manuais escolares |       |        |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------------|-------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                    | MFQA1             | MFQA2 | MCFQA3 | MFQA4 | MFQA5 | MFQA6 | MFQA7 | MFQA8 |
| Científico                                         | ✓                 | ✓     | ✓      | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Tecnológico                                        | –                 | –     | –      | ✓     | –     | –     | –     | –     |
| Social                                             | –                 | –     | –      | ✓     | –     | –     | –     | –     |
| Político                                           | –                 | –     | –      | ✓     | –     | –     | –     | –     |
| Religioso                                          | –                 | –     | –      | –     | –     | –     | –     | –     |

A análise dos dados das tabelas 9 e 10 mostra que, praticamente todos os ME analisados enquadram a informação histórica no contexto científico e que, nem os manuais de 9º ano nem os de 10º ano fazem uma exploração de outros contextos (tecnológico, social, político e religioso) que influenciaram história da TP. Note-se que, tal como fez Leite (2002), considerou-se implícita a alusão ao contexto científico sempre que os autores dos ME faziam referência à descrição de uma descoberta científica ou à apresentação da evolução de um conceito científico, lei ou teoria, que surgiu numa determinada época e se constituiu num marco da HC.

Entre os ME de 9º ano, o MCFQ2 é aquele em que o conteúdo histórico é mais aprofundadamente apresentado em relação com o contexto científico da respetiva época. Neste ME, a

contextualização no domínio científico torna-se evidente, na medida em que as autoras apresentam os diversos critérios de classificação dos elementos químicos que surgiram a partir do séc. XIX tais como as Triadas de Döbereiner, por volta de 1830; o Caracol de Chancourtois, em 1862; a Lei das Oitavas de Newlands, em 1864; a tabela de Mendeleev e as ideias de Lothar Meyer, em 1869; a descoberta do conceito de número atómico e a Lei Periódica de Moseley, em 1913. Em alguns outros manuais de 9º ano esta relação não é tão explícita. Disso é exemplo, o MCFQ6 onde apenas se refere que “Mendeleev baseou-se em semelhanças do comportamento de substâncias elementares que tinham sido verificadas anteriormente por diversos cientistas”(p.181).

Quanto aos ME de 10º ano, há apenas a destacar o MFQA4 em que os autores fazem uma contextualização do trabalho de Henry Moseley, entre 1913 e 1914, período em que a investigação científica por si realizada lhe permitiu a descoberta do número atómico, que viria a tornar-se no número de ordem da TP, e da Lei Periódica enquanto princípio organizador desta tabela. O trabalho deste cientista é apresentado no contexto histórico, social e político da Primeira Guerra Mundial, sendo feita a descrição de um episódio em que Henry Moseley foi integrado no exército, onde viria a morrer, sendo apresentado como “um cientista sem vocação para a guerra”, já mencionado na secção 4.2.1.

Ainda na presente secção, foi feita a análise da dimensão Estatuto do Conteúdo Histórico, apresentando-se nas tabelas 11 e 12 os dados recolhidos na análise de ME de 9º e 10º ano, respetivamente.

TABELA 11 – Estatuto do conteúdo histórico, incluído em ME de 9º ano

| Subdimensão                 | Especificações              | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                             |                             | MCFQ1             | MCFQ2 | MCFQ3 | MCFQ4 | MCFQ5 | MCFQ6 | MCFQ7 | MCFQ8 |
| Papel do conteúdo histórico | Fundamental                 | –                 | ✓     | ✓     | ✓     | –     | ✓     | –     | ✓     |
|                             | Complementar                | ✓                 | –     | –     | –     | ✓     | –     | ✓     | –     |
| População alvo              | Todos os estudantes         | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
|                             | Estudantes com mais sucesso | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                             | Voluntários                 | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |

TABELA 12 – Estatuto do conteúdo histórico, incluído em ME de 10º ano

| Subdimensão                 | Especificações              | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                             |                             | MFQA1             | MFQA2 | MFQA3 | MFQA4 | MFQA5 | MFQA6 | MFQA7 | MFQA8 |
| Papel do conteúdo histórico | Fundamental                 | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
|                             | Complementar                | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| População alvo              | Todos os estudantes         | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
|                             | Estudantes com mais sucesso | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                             | Voluntários                 | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |

No que concerne à dimensão de análise Estatuto do Conteúdo Histórico, foram consideradas duas subdimensões: Papel do Conteúdo Histórico no Ensino das Ciências e na Aprendizagem e a População Alvo a quem este é dirigido. A análise do estatuto do conteúdo histórico focou-se apenas no conteúdo histórico relacionado com a evolução da TP, tendo sido consideradas menções a descobertas científicas, leis, teorias, conceitos e referência à exploração de analogias históricas. Na análise desta dimensão separou-se o conteúdo histórico da informação biográfica sobre os cientistas, e esta só foi considerada nos casos em que se revelou importante para definir o contexto em que a informação era apresentada. Tal como Leite (2002), considerou-se ainda que o conteúdo histórico desempenhava um papel fundamental nos casos em que a informação histórica estava integrada em espaços considerados de leitura essencial e prioritária, integrados no corpo do texto, onde era apresentada numa lógica de explicação e compreensão de como se chegou à atual TP. Por outro lado, a informação histórica foi considerada como complementar nos casos em que a informação histórica sobre a TP surgia como introdução ao seu estudo ou em notas marginais, laterais, em caixas de texto, ou em situações de poder ser considerada facultativa.

Da análise comparativa das tabelas 11 e 12 pode constatar-se que não existem grandes diferenças, no que concerne ao estatuto da informação histórica, quer entre ME de 9º ano, quer entre ME de 10º ano. Verifica-se que todos os manuais de 10º ano e apenas cinco de 9º conferem um carácter fundamental ao conteúdo histórico sobre a TP. No 9º ano excluem-se os MCFQ1, MCFQ5 e MCFQ7 que apresentam o conteúdo histórico como complementar. No MCFQ1, considerou-se que o conteúdo histórico presente no corpo do texto (três linhas sobre Mendeleev) não era uma informação relevante, em termos de conteúdo histórico. A informação histórica apresentada por este ME aparece no caderno de atividades integrada numa atividade intitulada “Uma investigação” (p.73). Contudo, como já referido anteriormente, como não existe certeza de que o caderno de atividades seja explorado

por professores e alunos (a sua adoção não é obrigatória), tendo-se considerado, neste caso, que a informação histórica era complementar. No MCFQ5, a informação histórica foi considerada como complementar dado que é apresentada como introdução ao capítulo “Organização da Tabela Periódica”(p.164) e é acompanhada de desenhos (bonecos) dos cientistas que se destacaram na sua evolução histórica. Esta forma de apresentação da informação histórica retira-lhe importância levando o aluno a atribuir-lhe um estatuto de não fundamental. No MCFQ7, a informação histórica sobre a TP, embora só referindo Mendeleev, aparece também como introdução ao capítulo “Tabela Periódica e propriedade das substâncias” (p. 192). No entanto, todos os manuais analisados, quer do 9º ano, quer do 10º ano, dirigem a informação a todos os estudantes, não fazendo distinção entre alunos com mais sucesso ou voluntários.

Em síntese, relativamente à análise de ME de 9º e 10º ano no que concerne à dimensão Correção e Exatidão da Informação Histórica constatou-se que praticamente todos os ME analisados apresentam correção científica de ideias/conceitos e sua exploração mas, nem todos revelam correção científica relativamente à atribuição descoberta/cientista(s) (apenas três manuais de 9º ano e sete de 10º ano revelam correção científica na atribuição descoberta/cientista). De uma forma geral verifica-se que quer no 9º ano, quer no 10º ano, os autores não revelam grande exatidão nas datas e etapas significativas na evolução da TP, apresentando apenas, na maioria dos casos, a data de nascimento e morte do cientista, o que na perspetiva do aluno não é suficiente para uma adequada contextualização histórica da TP. Assim, destaca-se que apenas um manual de 9º ano (MCFQ2) e quatro manuais de 10º ano (MFQA1, MFQA3; MFQA5 e MFQA6) apresentam com rigor a informação histórica sobre a TP. Relativamente à dimensão, Contexto no qual a Informação Histórica é Relatada, verifica-se que todos os manuais (9º e 10º ano) enquadram a informação histórica apenas no contexto científico, e raramente fazem uma exploração do contexto social, político e religioso da época em que as ideias e descobertas estão inseridas. Por último, no que concerne ao Estatuto da Informação Histórica, esta aparece como fundamental em praticamente todos os ME e dirigida a todos os estudantes. Estas conclusões são concordantes com outros estudos de investigação. Leite (2002), num estudo realizado com ME de Física, também salienta que, todos os manuais analisados referem o contexto científico e tecnológico enquanto os contextos social e religioso raramente eram utilizados e o contexto político nunca era referido. Noutro estudo realizado por Cardoso (2002), com ME de Química também é referido que os manuais analisados nunca contextualizam social, política e religiosamente a informação histórica que veiculam; os contextos científico e tecnológico são os únicos que se encontram representados, ainda que poucas vezes.

#### 4.2.3 As analogias históricas na evolução da Tabela Periódica

A dimensão de análise Analogias no Estudo da Evolução da Tabela Periódica não existia na grelha original apresentada por Leite (2002) e, dada a especificidade do presente estudo, considerou-se fundamental incluir esta dimensão na grelha de análise, com o intuito de averiguar de que forma os autores de ME apresentavam e exploravam as analogias que ficaram associadas à história da TP. Nesta dimensão de análise foram consideradas três subdimensões: Analogias Históricas, onde se incluíram as analogias que tradicionalmente aparecem associadas à evolução histórica da TP e, eventualmente, outras analogias históricas que embora não estando diretamente associadas à TP poderiam relacionar-se com a HC e poderiam ser consideradas relevantes na evolução da TP; Analogias Propostas por Autores de Manuais Escolares, onde se analisou a existência de analogias que ajudam a compreender a organização e estrutura da TP; Exploração das Analogias, onde se pretendia averiguar se os autores de ME que utilizavam o recurso a analogias apenas se limitavam a apresentá-las ou se faziam uma exploração destas analogias quer em contexto evolutivo, quer enquanto recurso didático com potencialidades e limitações.

Nas tabelas 13 e 14 apresentam-se seguidamente os dados recolhidos, no que concerne à dimensão de análise Analogias no Estudo da Evolução da Tabela Periódica e faz-se de seguida a discussão dos resultados obtidos.

TABELA 13 – Analogias na apresentação da evolução da TP, incluídas em ME de 9º ano

| Subdimensão                                          | Especificações                                      | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                      |                                                     | MCFQ1             | MCFQ2 | MCFQ3 | MCFQ4 | MCFQ5 | MCFQ6 | MCFQ7 | MCFQ8 |
| Analogias históricas                                 | Caracol/Parafuso de Chancourtois                    | –                 | ✓     | –     | –     | ✓     | –     | –     | –     |
|                                                      | Lei das oitavas                                     | –                 | ✓     | ✓     | –     | ✓     | –     | –     | –     |
|                                                      | Linguagem metafórica de Mendeleev                   | –                 | –     | ✓     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                                                      | Outras                                              | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Analogias propostas por autores de manuais escolares | Linguagem metafórica                                | –                 | –     | ✓     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                                                      | Outras analogias                                    | –                 | ✓     | ✓     | –     | –     | –     | ✓     | –     |
| Exploração das analogias                             | Apenas referência às analogias históricas           | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                                                      | Apresentação das analogias em contexto evolutivo    | –                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | –     | –     | –     |
|                                                      | Exploração de outras analogias/linguagem metafórica | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |

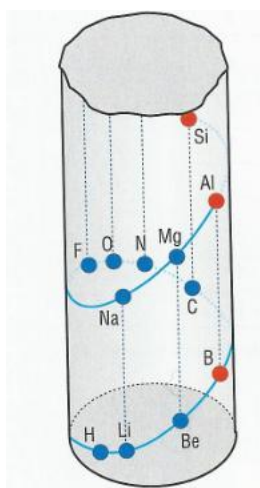
TABELA 14 – Analogias na apresentação da evolução da TP, incluídas em ME de 10º ano

| Subdimensão                                          | Especificações                                      | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                      |                                                     | MFQA1             | MFQA2 | MFQA3 | MFQA4 | MFQA5 | MFQA6 | MFQA7 | MFQA8 |
| Analogias históricas                                 | Caracol/Parafuso de Chancourtois                    | –                 | –     | –     | –     | ✓     | –     | –     | ✓     |
|                                                      | Lei das oitavas                                     | *                 | *     | *     | *     | ✓     | *     | *     | *     |
|                                                      | Linguagem metafórica de Mendeleev                   | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                                                      | Outras                                              | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Analogias propostas por autores de manuais escolares | Linguagem metafórica                                | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                                                      | Outras analogias                                    | –                 | –     | ✓     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Exploração das analogias                             | Apenas referência às analogias históricas           | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                                                      | Apresentação das analogias em contexto evolutivo    | –                 | –     | –     | –     | ✓     | –     | –     | ✓     |
|                                                      | Exploração de outras analogias/linguagem metafórica | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |

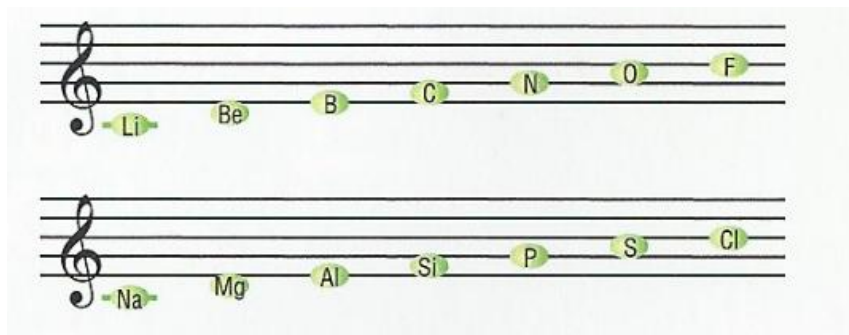
\*Referência à Lei das Oitavas sem recurso à analogia

De uma forma geral, nos manuais analisados de 9º e 10º ano, no conteúdo de ensino Tabela Periódica, são muito pouco utilizadas e exploradas, quer as analogias históricas, quer outras analogias relacionadas com a compreensão e estrutura da TP. Da análise das tabelas 13 e 14 pode constatar-se que apenas três ME de 9º ano (MCF2, MCFQ3 e MCFQ5) e dois de 10º (MFQA5 e MFQA8) apresentam analogias históricas. Relativamente a outras analogias relacionadas com a TP, apenas três ME de 9º ano (MCFQ2, MCFQ3 e MCFQ7) e um de 10ºano (MFQA3) usam este recurso.

Nos três manuais de 9º ano que apresentam analogias históricas em contexto evolutivo, podemos encontrar o Caracol de Chancourtois (MCFQ2 e MCFQ5) (figura 4a) e a Lei das Oitavas proposta por Newlands (MCFQ2, MCFQ3 e MCFQ5) (figura 4b).



( a )



( b )

Figura 4 - Caracol de Chancourtois (a) e Lei das Oitavas (b) apresentadas no MCFQ2 (p. 159)

Quanto aos ME de 10º ano em que são apresentadas analogias históricas relacionadas com a TP (MFQA5 e MFQA8), constata-se que apenas um dos manuais apresenta duas analogias históricas no contexto evolutivo da TP. Neste manual (MFQA5), os autores apresentam o modelo proposto por Alexandre de Chancourtois referindo que:

“[...] os elementos continuavam a ser organizados por ordem crescente de massas atômicas, mas se distribuíam ao longo de uma linha helicoidal, formando uma espécie de gráfico cilíndrico. Este modelo ficou conhecido como caracol de Chancourtois [...]” (MFQA5, p.129).

No entanto, embora o modelo seja apresentado como o “caracol de Chancourtois”, não é feita uma referência explícita a que a designação atribuída a este modelo teve a sua origem numa analogia entre a organização gráfica dos elementos numa linha helicoidal e a espiral definida pela forma geométrica de um caracol ou parafuso. A imagem gráfica do modelo proposto por Chancourtois (figura 5) clarifica o arranjo espacial dos elementos numa espiral mas, não é explicada a analogia que justifica o nome do modelo, uma vez que não é claramente evidenciada a relação entre alvo e análogo. Neste contexto, a analogia entre o arranjo dos elementos numa linha helicoidal e a espiral definida na concha de um caracol está implícita, ficando a explicação desta analogia dependente da sensibilidade do professor para a utilização deste tipo de recurso e do seu conhecimento histórico sobre o modelo referido.



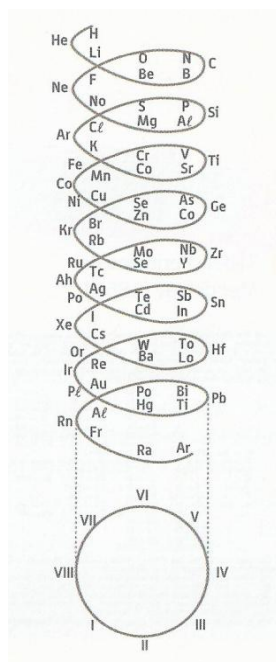


Figura 5 – O caracol de Chancourtois (MFQA5, p129).

Ainda no MFQA5, é apresentada outra proposta de organização periódica dos elementos, da autoria de John Newlands, onde é claramente explicitada a analogia (figura 6) que deu nome a esta proposta, podendo ler-se:

“Esta distribuição ficou conhecida como “lei das oitavas”, dado que, à semelhança do que acontece com as escalas musicais, cada elemento apresenta propriedades semelhantes às do oitavo elemento que se lhe seguia [...] esta designação resultou da analogia entre a regularidade encontrada nas propriedades dos elementos e as oitavas da escala musical”.(MFQA5, p.130).

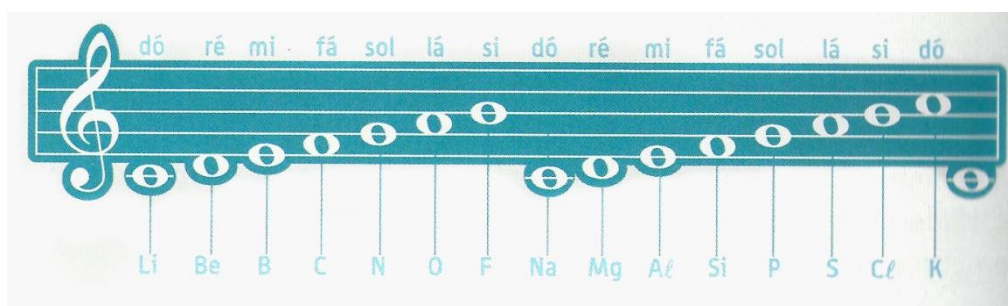


Figura 6 – Analogia entre a regularidade das propriedades dos elementos químicos e as oitavas da escala musical (MFQA5, p. 130).

Relativamente aos restantes manuais de 10<sup>o</sup> ano, em todos é feita referência à Lei das Oitavas enquanto modelo ou lei de organização dos elementos químicos, reconhecendo-se a sua importância

histórica na evolução da TP. Contudo, à exceção do MFQA5, não é feita qualquer referência à analogia que esteve na base deste modelo e ficou associada a esta etapa da evolução histórica da TP. De uma forma geral, os ME não fazem referência à importância histórica do modelo de Newlands nem aproveitam as suas ideias sobre a periodicidade dos elementos para salientar que foi com Newlands que se iniciou a noção de período, que está na base da TP, tal como referido pelos autores do MFQA5:

“A tabela de Newlands, apesar de conter muitas situações por explicar, contribuiu de uma forma notável para os trabalhos dos químicos que se seguiram, apontando já para a moderna classificação periódica dos elementos químicos.” (MFQA5, p.130).

Embora de uma forma geral, os autores de ME de 10º ano desvalorizem as analogias associadas à evolução da história da TP, não as apresentando nos seus ME, e que até se possa considerar que este recurso didático tem limitações no ensino e aprendizagem das ciências, conforme já referido na secção (2.3.2), a analogia que esteve na base da justificação da Lei das Oitavas encerra em si inúmeras potencialidades, das quais se salientam: permite explorar o lado criativo e estético da Ciência e permite apreciar o papel desempenhado pelas analogias na HC, enquanto necessidade epistemológica (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002).

No que concerne à linguagem metafórica, apenas no MCFQ3 é feita uma referência ao raciocínio analógico apresentado por Mendeleev ao salientar-se que este utilizou cartões para cada um dos elementos químicos, onde escreveu todas as informações conhecidas, e agrupou os cartões dos elementos com características semelhantes por analogia com o jogo de cartas. Assim, pode ler-se:

“Fez cartões para cada um dos elementos e tentou distribuí-los em filas, como no jogo de paciência de cartas” (MCFQ3, p. 127)

Esta descrição, da possível analogia entre os cartões construídos com os elementos químicos e suas propriedades e as cartas de um baralho, é também encontrada na literatura (Strathern, 2002; Róman Polo, 2002), tal como foi referido no Capítulo II.

Relativamente à presença de outras analogias, propostas pelos autores de ME, que embora não estando relacionadas com o contexto histórico da TP, têm como objetivo ajudar na compreensão de alguns conceitos relacionados com a construção e organização desta tabela, verifica-se que três ME de 9º ano (MCFQ2, MCFQ3 e MCFQ7) e um ME de 10º ano (MFQA3) as utilizam. No MCFQ2 é apresentada a analogia da TP como Biblioteca (figura 7):

“Tal como os livros numa biblioteca estão colocados nas prateleiras com uma certa organização, também os elementos químicos se encontram organizados na Tabela Periódica de acordo com as suas propriedades”. (MCFQ2, p. 158).

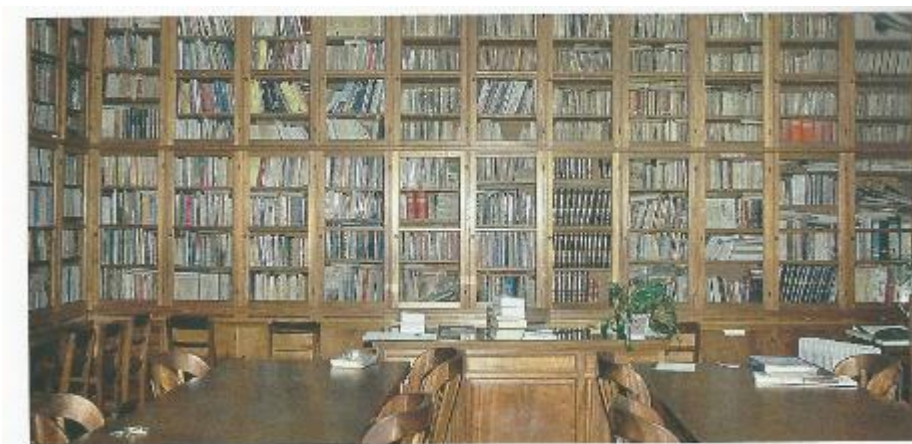


Figura 7 - A Tabela Periódica como biblioteca (MCFQ2, p.158)

No manual MCFQ3 é também utilizada uma analogia para descrever o trabalho de organização dos elementos químicos desenvolvido há 150 anos atrás, considerando a construção desta tabela como um *puzzle*:

“Imagina que querias montar um *puzzle*, mas sem teres o desenho e faltando algumas peças ... Que frustrante!!! Foi como se sentiram os químicos há cerca de 150 anos.” (MCFQ3, p.126)

Também no manual MCFQ7 é apresentada uma analogia, não tanto para explicar a evolução histórica da TP mas antes para explicar o motivo pelo qual se chama periódica a esta tabela. A imagem apresentada (figura 8) mostra um tecido com desenhos que se repetem regularmente ou periodicamente. Nesta a analogia está implícito que o alvo é o carácter periódico associado às propriedades químicas dos elementos e o análogo é o desenho com padrão repetitivo do tecido.

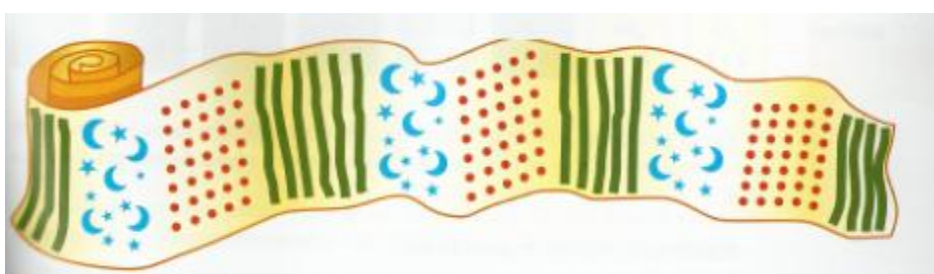


Figura 8 – Tecidos com desenhos que se repetem periodicamente (MCFQ7, p.195)

No MFQA3, mas apenas no caderno de atividades que acompanha o ME, é apresentada uma interessante analogia (figura 9), que apesar de não estar diretamente relacionada com a evolução histórica da TP, permite ao aluno uma melhor compreensão da sua organização e estrutura. Esta analogia é explicitada num texto intitulado ‘O Reino Periódico’ de P. W. Atkins. A referida analogia estabelece uma comparação entre o Mapa de um país ou região e o Mapa do Reino Periódico,

considerando-se como alvo as diferentes regiões do Reino (elementos e grupos de elementos) e como análogo as diferentes regiões (costa norte, costa sul, deserto ocidental, ilha do sul e zonas este e oeste), tal como a seguir se transcreve:

“Bem-vindo ao Reino Periódico. Este é o reino dos elementos químicos, as substâncias a partir das quais é feito tudo o que é tangível. Não é um país grande, pois consiste apenas em pouco mais de cem regiões (como muitas vezes se denotam os elementos); ainda assim ele é responsável por tudo que é material no nosso mundo real. Do alto vê-se que ele se estende quase a perder-se de vista, desde o hidrogénio para além do urânio longínquo. Mesmo desta altura, muito acima do reino, podem ver-se as características principais das suas paisagens.

A este, a paisagem varia de forma notável, mesmo quando observada desta altitude. Aqui estão as regiões mais amenas do reino e, a norte, pode ser visto um lago”. (caderno de atividades do MFQA3, p. 123).

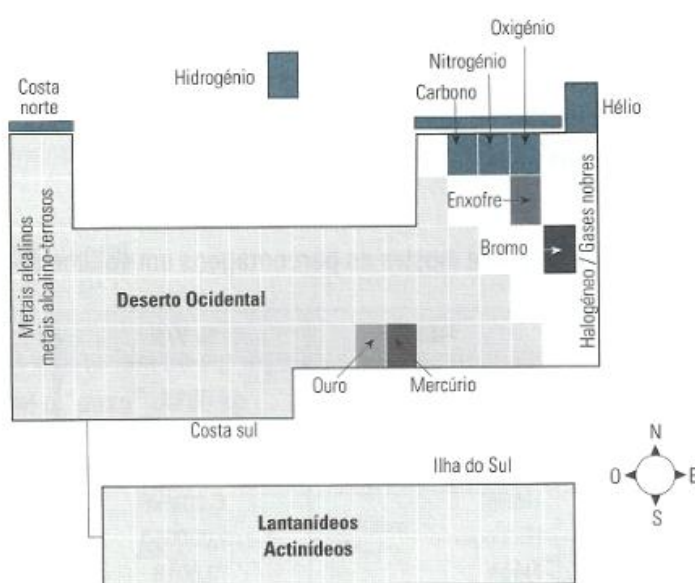


Figura 9 – O mapa do Reino Periódico (caderno de atividades do MFQA3, p.123)

Ao finalizar a análise sobre as analogias utilizadas no estudo da evolução da TP, presentes em ME de 9º ano de Ciências Físico-Químicas e de 10º ano de Química A, resta referir que na análise de conteúdo efetuada nesta dimensão, foram considerados não só os ME como também os respetivos cadernos de atividades. Esta decisão baseou-se no facto de se considerar que, embora os cadernos de atividades não sejam de adoção obrigatória e, como já referido anteriormente, não exista certeza de que estes cadernos sejam explorados por professores e alunos, seria conveniente verificar a existência de analogias relacionadas com a TP nestes recursos didáticos, dado ter-se considerado a possibilidade de os autores poderem utilizar analogias no âmbito das atividades práticas que apresentam aos alunos nestes cadernos.

Em síntese, de uma forma geral, nos manuais de 9º e 10º ano analisados, no que concerne ao recurso a Analogias Históricas e Analogias Propostas por Autores de ME no conteúdo de ensino Tabela

Periódica, constata-se que o recurso à utilização de analogias é escasso e pontual, quer no que diz respeito à referência a analogias históricas, quer no que diz respeito a outras analogias relacionadas com a compreensão e estrutura da TP. Acresce ainda que, nos manuais em que são usadas analogias históricas, e em que estas são apresentadas em contexto evolutivo, não é feita uma explicação das suas potencialidades e das suas limitações. Também, nem sempre é clarificada qual a intenção do uso da analogia, e nem sempre é clara a distinção entre alvo e análogo. Note-se que estes resultados são concordantes com os obtidos, há algumas décadas, com ME estrangeiros, por vários autores (Curtis & Reigeluth, 1984; Thiele & Treagust, 1995; González, Moreno & Fernández, 2000) e, mais recentemente, com ME nacionais, por autores como (Ângelo & Duarte, 1999; Ângelo, 2000; Duarte 2005), que pode significar que, apesar da investigação realizada, o uso didático das analogias não tem sofrido grandes progressos.

#### ***4.2.4 Atividades de aprendizagem relacionadas com a história da Tabela Periódica, material usado para apresentar a informação histórica e bibliografia em História das Ciências***

Nas tabelas 15 e 16 onde estão registados os dados relativos às atividades de aprendizagem envolvendo HC, incluídas em manuais de 9º e 10º ano.

TABELA 15 – Atividades de aprendizagem relacionadas com a história da TP, incluídas em ME de 9º ano

| Subdimensão             | Especificações                                          | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                         |                                                         | MCFQ1             | MCFQ2 | MCFQ3 | MCFQ4 | MCFQ5 | MCFQ6 | MCFQ7 | MCFQ8 |
| Estatuto das atividades | Obrigatório                                             | 1                 | 1     | –     | 1     | –     | 2     | 1     | –     |
|                         | Livre                                                   | 1                 | 2     | –     | –     | 1     | –     | –     | 2     |
| Nível das atividades    | Normal                                                  | 1                 | –     | –     | 1     | 1     | –     | 1     | –     |
|                         | Aprofundamento                                          | 1                 | 3     | –     | –     | –     | 2     | –     | 2     |
| Tipos de atividades     | Leituras guiadas                                        | –                 | 1     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                         | Investigação bibliográfica                              | 1                 | 1     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                         | Análise de dados históricos                             | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                         | Realização de experiências históricas                   | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                         | Exploração de sites com informação histórica sobre a TP | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                         | Outros                                                  | 1                 | 1     | –     | 1     | 1     | 2     | 1     | 2     |

TABELA 16 – Atividades de aprendizagem relacionadas com a história da TP, incluídas em ME de 10º ano

| Subdimensão             | Especificações                                          | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                         |                                                         | MFQA1             | MFQA2 | MFQA3 | MFQA4 | MFQA5 | MFQA6 | MFQA7 | MFQA8 |
| Estatuto das atividades | Obrigatório                                             | 1                 | –     | 1     | –     | 1     | 2     | –     | 1     |
|                         | Livre                                                   | –                 | –     | –     | 1     | 1     | 1     | 1*    | –     |
| Nível das atividades    | Normal                                                  | 1                 | –     | –     | –     | –     | 1     | –     | 1     |
|                         | Aprofundamento                                          | –                 | –     | 1     | 1     | 2     | 2     | 1*    | –     |
| Tipos de atividades     | Leituras guiadas                                        | –                 | –     | 1     | –     | –     | 1     | –     | –     |
|                         | Investigação bibliográfica                              | –                 | –     | –     | 1     | 1     | –     | 1*    | 1     |
|                         | Análise de dados históricos                             | –                 | –     | 1     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                         | Realização de experiências históricas                   | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
|                         | Exploração de sites com informação histórica sobre a TP | –                 | –     | 1     | –     | 1     | 1     | –     | –     |
|                         | Outros                                                  | 1                 | –     | 1     | –     | –     | 1     | –     | –     |

\*Parcialmente relacionada com o conteúdo histórico

Analisando as tabelas 15 e 16, pode constatar-se que o número de atividades relacionadas com a história da TP, tanto em ME de 9º como de 10º ano, é muito reduzido. Um manual de 9º ano (MCFQ3) e outro de 10º (MFQA2) não apresentam nenhuma atividade sobre o contexto histórico da TP. Um outro manual de 10º ano (MFQA7) apresenta uma única atividade, no caderno de atividades, que se considerou apenas parcialmente relacionada com o conteúdo histórico. Os restantes ME de 10º ano apresentam algumas diferenças relativamente aos manuais de 9º ano, por conterem um menor número de atividades, mas por estas serem mais diversificadas, como se pode constatar no MFQA3 onde se apresenta uma Atividade Prática de Sala de Aula (APSA), construída em torno de uma intencionalidade clara de análise de dados históricos, dirigida para um nível de aprofundamento de conhecimentos e destinada ao desenvolvimento de competências de pesquisa bibliográfica. De uma forma geral, nos ME de 10º ano encontram-se mais atividades dirigidas a um nível de aprofundamento como acontece nos MFQA5 e MFQA6. Contudo, de uma forma geral, poderemos inferir que os autores de ME dedicam pouca atenção a este aspeto, uma vez que três em dezasseis manuais não apresentam qualquer atividade e os restantes apresentam, pontualmente uma ou outra atividade, de verificação ou de pesquisa bibliográfica. A respeito das atividades sobre conteúdo histórico apresentadas pelos ME, também um estudo realizado por Leite (2002) revelou que os manuais

incluem muito poucas atividades sobre HC e que estas são geralmente dirigidas a todos os alunos, de um nível normal e não direcionadas para maior aprofundamento dos conteúdos a aprender.

Seguidamente apresenta-se uma descrição e análise das atividades encontradas nos diferentes ME. No 9º ano, o MCFQ1 apresenta duas atividades inseridas no caderno de atividades: uma de carácter obrigatório, destinada a todos os alunos, consistindo numa atividade de nível normal, de consolidação de conhecimentos sobre a história da TP, designadamente: “Por que motivo Mendeleev resolveu ordenar os elementos, então conhecidos (1869) numa tabela?” (MCFQ1, p.69). Outra das atividades (figura 10) apresentada foi considerada de carácter livre, de um nível de aprofundamento, destinada apenas aos alunos que manifestarem mais curiosidade pela história da TP e que consiste numa investigação bibliográfica: “Sugere-se que pesquises a contribuição desenvolvida pelos cientistas nas épocas indicadas nas figuras 1A, B, C e D.”(MCFQ1, p.143).

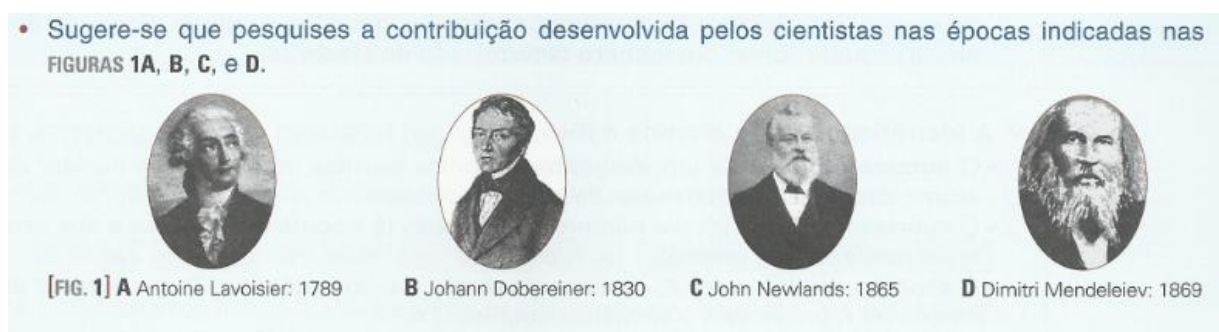


Figura 10 – A contribuição de vários na construção da Tabela Periódica (caderno de atividades MCFQ1, p. 73)

No MCFQ2 existem três atividades: “Como nasceu a Tabela Periódica?”, que se constitui como uma atividade livre, de aprofundamento de conhecimentos através de uma pesquisa bibliográfica, em que as autoras sugerem a realização de um trabalho escrito subordinado ao tema “Breve história da Tabela Periódica” (p.175). Na mesma página, as autoras apresentam ainda outra atividade “Uma Tabela Periódica feita por mim”, onde se propõe que os alunos construam com cartões uma TP. Esta atividade de carácter livre, e de um nível normal, constitui-se numa atividade de compreensão sobre a organização dos elementos na TP. No caderno do aluno que acompanha este manual é ainda apresentada uma atividade que se considerou ser destinada a todos os alunos, uma vez que o referido caderno faz parte integrante do manual. A atividade em causa consta de um texto sobre a história da TP e apresenta questões de exploração do referido texto.

No manual MCFQ4 existe uma única atividade no manual: “Refere o motivo que levou os químicos a elaborar a Tabela Periódica” (p.139). Esta atividade destinada a todos os alunos pretende reforçar a ideia da necessidade de um critério organizador dos elementos na TP, estando implícita a

ideia da confrontação entre o critério da organização por ordem crescente de massas atômicas (TP de Mendeleev) e o critério de organização dos elementos em função do número atômico (TP atual).

No MCFQ5, e apenas no manual destinado ao professor, surge na margem lateral uma nota com a indicação “exclusivo para o professor” onde se sugere que o professor “proponha aos alunos a construção de uma Tabela Periódica utilizando materiais do dia a dia reciclados e apelando à criatividade” (p.166).

No que concerne ao manual MCFQ6 destacam-se duas atividades: uma apresentada no caderno de atividades, de um nível normal, onde se coloca a questão: “Qual é a principal diferença entre a disposição dos elementos com propriedades químicas semelhantes na TP de Mendeleev e na TP atual?” (p.42); outra de um nível de aprofundamento, apresentada no manual, onde se pretende que o aluno desenvolva um tipo de raciocínio idêntico ao de Mendeleev ao prever a existência de novos elementos químicos:

“Um dos elementos cujas propriedades foram previstas por Mendeleev foi o escândio ( $Z=21$ ) [...] Faz o mesmo que Mendeleev, utilizando as propriedades dos metais cálcio ( $Z=20$ ) e titânio ( $Z=22$ ). Assim, dos três números apresentados para a densidade do metal escândio, escolhe o correto” (MCFQ6, p. 181).

No manual MCFQ7 é apresentada uma atividade com estatuto obrigatório, destinada a todos os alunos com a indicação de “Verifica se sabes” (p.198). Aqui é pedido ao aluno para identificar o critério de distribuição dos elementos na tabela de Mendeleev e o número de ordem dos elementos na TP atual.

No manual MCFQ8 são propostas, no caderno de atividades (p.39), duas atividades consideradas de realização livre uma vez que pretendem a análise de dados e o desenvolvimento de competências de raciocínio, que têm como intenção levar o aluno a perceber a existência de uma relação entre os diversos elementos químicos e as suas propriedades. Estas atividades foram consideradas de realização facultativa uma vez que, por um lado, e tal como já referido anteriormente, não existe obrigatoriedade de adoção dos cadernos de exercícios que acompanham os manuais. Por outro lado, o tipo de atividades apresentadas pode não ser de interpretação imediata para o aluno e levá-lo a considerar a não existência de uma relação direta entre a evolução histórica da TP e as atividades propostas, pelo que estas atividades poderão ser entendidas pelo aluno como não tendo um estatuto obrigatório.

Quanto à análise das atividades relacionadas com a história da TP apresentadas em manuais de 10º ano, salientam-se os MFQA1, MFQA3, MFQA4, MFQA5 e MFQA7. No manual MFQA1 existe apenas um atividade relacionada com a história da TP (figura 11) que consiste numa correspondência



entre nomes de cientistas que se destacaram na história da TP e as respectivas leis ou teorias por eles defendidas. Embora esta atividade tenha como intenção a consolidação de conhecimentos relativamente a etapas e cientistas relevantes na evolução da TP, revela-se pouco abrangente e aparece sem qualquer contextualização: “A cada uma das letras da coluna A, associe um número da coluna B” (p. 143).

**1.107** A cada uma das letras da coluna A, associe um número da coluna B:

| Coluna A      | Coluna B                                       |
|---------------|------------------------------------------------|
| A. Döbereiner | I. Grupos e períodos                           |
| B. Newlands   | II. Lei das Oitavas                            |
| C. Mendeleev  | III. Numeração dos grupos por números inteiros |
| D. Anos 80    | IV. Lei das Tríades                            |

Figura 11 – Atividade sobre conteúdo histórico da Tabela Periódica (MFQA1, p.143)

Destaca-se, na análise efetuada, o MFQA3 que apresenta uma Atividade Prática de Sala de Aula (APSA) intitulada “Estará a história dos elementos químicos a terminar?” (p.74 e 75). Esta APSA consiste na análise de dados cronológicos sobre marcos importantes na história dos elementos químicos e, por conseguinte, na história da TP; exploração de um texto com informação sobre a descoberta do elemento de número atómico 110; a exploração de um site sobre a TP e exercícios de consolidação de conhecimentos sobre o conceito de átomo, de elemento químico e organização periódica dos elementos na TP. Esta APSA confere relevância ao conteúdo histórico da TP e, numa perspetiva mais abrangente, confere relevância à HC, tendo a vantagem de estar inserida no ME.

O manual MFQA4 apresenta uma única atividade sobre o conteúdo histórico da TP inserida na rubrica “Pesquisar e desenvolver”. Esta atividade está inserida na parte introdutória “Um cientista sem vocação para a guerra”, tendo sido considerada de estatuto livre na medida em que depende da importância que o professor lhe atribuir na exploração deste conteúdo. Desta forma, propõe-se ao aluno que “utilizando fontes de informação acessíveis (livros de texto, revistas, enciclopédias, jornais, internet...) faça uma pesquisa sobre a história da Tabela Periódica.” (p.100).

No manual MFQA5 são apresentadas duas atividades, uma investigação bibliográfica “Efetue uma pesquisa de forma a descrever a evolução da TP como tentativa de organizar os elementos

químicos ...”(p.128) e outra de exploração de um site com informação histórica sobre a TP que aparece numa caixa lateral, na margem do texto com a designação de “Simulação 1”(p. 132).

Ainda, no caderno de atividades que acompanha o MFQA7, apresenta-se uma atividade de investigação bibliográfica intitulada “A Tabela Periódica e a sua história”. Esta atividade começa por fazer uma introdução à história da TP onde se refere que “várias foram as contribuições de cientistas para a construção da TP” (p.47) mas de seguida, concretiza a atividade propondo uma investigação sobre “Que informações os elementos químicos podem acrescentar às que constam da TP atual?”. Assim, fez-se aqui uma referência a essa atividade mas considerou-se que esta, só de uma forma indireta estaria relacionada com o conteúdo histórico da TP. No fundo, é transmitida a ideia de que as autoras querem contornar a questão mais histórica relacionada com a TP mas, recentrando as suas atenções na TP atual.

Por fim, no MFQA8, apresenta-se uma atividade também com a indicação de Atividade Prática de Sala de Aula em que se pode ler: “Pesquise informação sobre a história da Tabela Periódica e elabore um trabalho para apresentar ao professor” (p. 147). Esta atividade de pesquisa bibliográfica foi considerada obrigatória e de um nível normal. Salienta-se que este tipo de atividades, tal como a apresentada no MFQA8, pode ter grande valor didático, se exploradas pelo professor e alunos no contexto da sala de aula. No entanto, ao ser direcionada para o caderno de atividades está muito dependente da sensibilidade e formação do professor relativamente à HC e ao tempo disponível de acordo com a necessidade de gestão do programa.

Em síntese, de uma forma geral, o número de atividades relacionadas com a história da TP quer em ME de 9º ano, quer de 10º ano, é reduzido. Acresce ainda que, mesmo nos manuais em que os autores dedicam alguma atenção à evolução histórica da TP, nem sempre isso se manifesta na construção de atividades que realcem a importância dos assuntos em estudo, ficando a consecução destas atividades muito dependente do valor atribuído pelo professor às questões históricas da Ciência.

Salienta-se que, a dimensão de análise relativa às atividades de aprendizagem sobre o conteúdo histórico da TP torna-se particularmente importante na medida em que, tal como referido por Leite (2002), as atividades relacionadas com assuntos históricos poderiam constituir uma forma de promoção do interesse dos alunos pela HC. Neste sentido, do ponto de vista do aluno, se o manual não apresenta atividades sobre um tópico é porque este não é importante e não vai ser avaliado. Por outro lado, dada a extensão dos programas, e na perspetiva de professores menos familiarizados com a HC, poderá significar que se os autores do manual não dão relevância à exploração de questões sobre o conteúdo histórico, então não existirá necessidade de as explorar, pois também não há

necessidade de serem avaliadas. Estas conclusões estão de acordo com um estudo realizado por Correia (2003), sobre conteúdo histórico presente em ME, onde também se conclui que raramente os professores avaliam as questões relacionadas com a HC.

Por último, não pode deixar-se de referir que embora no 10º ano as atividades sobre HC estejam centradas no manual, o mesmo não acontece no 9º ano em que estas atividades estão muito direcionadas para o caderno de atividades, e tal como referido anteriormente, não existe certeza de que este seja adquirido por todos os alunos, uma vez que não é de adoção obrigatória.

No que concerne à dimensão de análise Material Usado para Apresentar a Informação Histórica relacionada com a Tabela Periódica, apresentam-se, nas tabelas 17 e 18, os dados recolhidos:

TABELA 17 – Material usado para apresentar a informação histórica relacionada com a TP, incluído em ME de 9º ano

| Materiais usados                                              | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                               | MCFQ1             | MCFQ2 | MCFQ3 | MCFQ4 | MCFQ5 | MCFQ6 | MCFQ7 | MCFQ8 |
| Fotografias de cientistas                                     | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | *_    | ✓     | *_    | ✓     |
| Fotografias de máquinas, de equipamentos de laboratório, etc. | ✓                 | ✓     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Documentos/textos originais                                   | –                 | –     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Experiências históricas                                       | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Fontes Secundárias                                            | ✓                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | –     | –     | –     |
| Textos elaborados por autores de manuais escolares            | –                 | ✓     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Modelos de TP apresentados por autores de manuais escolares   | –                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Outros                                                        | –                 | –     | ✓     | –     | ✓     | –     | –     | –     |

\*Bonecos/Desenhos

TABELA 18 – Material usado para apresentar a informação histórica relacionada com a TP, incluído em ME de 10º ano

| Materiais usados                                              | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                               | MFQA1             | MFQA2 | MFQA3 | MFQA4 | MFQA5 | MFQA6 | MFQA7 | MFQA8 |
| Fotografias de cientistas                                     | –                 | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     | –     |
| Fotografias de máquinas, de equipamentos de laboratório, etc. | –                 | –     | –     | ✓     | –     | ✓     | –     | –     |
| Documentos/textos originais                                   | –                 | –     | –     | –     | ✓     | –     | ✓     | –     |
| Experiências históricas                                       | –                 | –     | –     | ✓     | –     | –     | –     | –     |
| Fontes Secundárias                                            | ✓                 | –     | –     | ✓     | –     | ✓     | ✓     | –     |
| Textos elaborados por autores de manuais escolares            | –                 | –     | –     | ✓     | –     | –     | –     | –     |
| Modelos de TP apresentados por autores de manuais escolares   | ✓                 | ✓     | –     | ✓     | –     | ✓     | ✓     | –     |
| Outros                                                        | –                 | –     | ✓     | –     | ✓     | –     | –     | ✓     |

Da análise das tabelas 17 e 18, constata-se que, entre os materiais mais utilizados para apresentar a informação histórica, quer em manuais de 9º ano, quer de 10º ano, se encontram as fotografias de cientistas. Destaca-se a fotografia de Dimitri Mendeleev, de longas barbas e cabelo grisalho, que aparece em todos os manuais de 9º ano, à exceção do MCFQ5 onde são apresentados desenhos/bonecos de todos os cientistas que se destacaram na evolução da TP (p.164,165). Também no MCFQ7 é apresentado um desenho da fotografia de Mendeleev. Contudo, do ponto de vista da informação histórica, a utilização de desenhos em detrimento de fotografias reais retira importância ao estatuto da informação histórica transmitida. Nos ME de 10º ano, a fotografia de Dimitri Mendeleev está presente em todos os manuais exceto nos manuais MFQA1 e MFQA8.

No entanto, em diversos ME, de 9º e de 10º anos, são também apresentadas fotografias: de Dalton (MCFQ4, p.136); Lavoisier (MCFQ1, p.73; MFQA5, p.132); Joahn Döbereiner (MCFQ1, p.73; MFQA5, p.132; MFQA7, p.121); John Newlands (MCFQ1, p.73; MCFQ3, p.126; MFQA5, p.132; MFQA6, p.105; MFQA7, p.121); Henry Moseley (MFQA1, p. 100; MFQA5, p.132); Glenn Seaborg (MFQA5, p. 132; MFQA 6, p. 107).

No concerne a outro tipo de fotografias (de máquinas, equipamentos de laboratório, etc,) raramente são utilizadas. Efetivamente encontrou-se apenas: a fotografia que mostra a TP de Mendeleev construída no prédio onde viveu, em San Petersburgo (MCFQ1, p.8); a fotografia de um cartaz da TP de Mendeleev (caderno de atividades do MCFQ2, p.48); a fotografia do laboratório de

Henry Moseley (MFQA4, p. 100); a fotografia de Glenn Seaborg entre uma TP de 1950 e uma montagem experimental do laboratório de Química (MFQA6. P. 107).

Quanto à utilização de textos e documentos originais, quer em ME de 9ºano, quer de 10º ano, destaca-se a versão original da TP de Mendeleev e raramente são apresentados textos, sobre a HC, escritos pelos autores de ME ou são referidos dados provenientes de experiências históricas. Assim, a preocupação dos autores situa-se mais na necessidade de o aluno conhecer marcos importantes na história da TP, do que na necessidade de o aluno conhecer o raciocínio efetuado pelos cientistas à luz dos conhecimentos da época. Salientam-se ainda como documentos originais: a lista de símbolos químicos proposta por (MCFQ4, p.136); a Tabela proposta por Lavoisier (MCFQ3, p.126; MFQA7; p.120); a TP de Mendeleev em algumas das suas primeiras versões (MCFQ3, p.127; MCFQ5, p.166; caderno de atividades MCFQ6, p.42; MCFQ7, p.192; MCFQ8, p.112; MFQA5, p. 130).

A propósito de utilização de documentos originais, note-se que no MCFQ4 é apresentada uma tabela com os símbolos químicos de Dalton, na sua versão original, mas que a TP proposta por Mendeleev, numa das suas primeiras versões, nesse mesmo manual, é apresentada através de uma fonte de informação secundária, isto é, de uma representação do documento original. Este facto sugere que nem sempre os autores de ME recorrem aos documentos mais adequados para ilustrar as ideias que pretendem transmitir. Contudo, da análise efetuada constata-se alguns outros manuais (ex.: MCFQ3, MCFQ6 e MCFQ8) apresentam a TP original de Mendeleev, numa das suas primeiras versões (figura 12). É de salientar que, embora possa haver dificuldades associadas à utilização de materiais originais, no caso das versões prévias da TP, não parece que sejam esperadas dificuldades relevantes por parte dos alunos em compreendê-las, na medida em que se trata de representações simbólicas, cuja lógica lhes pode ser facilmente explicada, como por exemplo, o significado dos pontos de interrogação.

|      |        |          |          |          |          |
|------|--------|----------|----------|----------|----------|
|      |        |          | Ti=50    | Zr=90    | ?=180.   |
|      |        |          | V=51     | Nb=94    | Ta=182.  |
|      |        |          | Cr=52    | Mo=96    | W=186.   |
|      |        |          | Mn=55    | Rh=104,4 | Pt=197,4 |
|      |        |          | Fe=56    | Ru=104,4 | Ir=198.  |
|      |        | Ni=Co=59 | Pl=106,8 | Os=199.  |          |
|      |        | Cu=63,4  | Ag=108   | Hg=200.  |          |
| H=1  | Be=9,4 | Mg=24    | Zn=65,2  | Cd=112   |          |
|      | B=11   | Al=27,4  | ?=68     | Ur=116   | Au=197?  |
|      | C=12   | Si=28    | ?=70     | Su=118   |          |
|      | N=14   | P=31     | As=75    | Sb=122   | Bi=210   |
|      | O=16   | S=32     | Se=79,4  | Te=128?  |          |
|      | F=19   | Cl=35,5  | Br=80    | I=127    |          |
| Li=7 | Na=23  | K=39     | Rb=85,4  | Cs=133   | Tl=204   |
|      |        | Ca=40    | Sr=87,6  | Ba=137   | Pb=207.  |
|      |        | ?=45     | Ce=92    |          |          |
|      |        | ?Er=56   | La=94    |          |          |
|      |        | ?Yt=60   | Di=95    |          |          |
|      |        | ?In=75,6 | Th=118?  |          |          |

Figura 12 – Uma das primeiras versões da TP apresentada por Dimitri Mendeleev (MCFQ3, p.127; MCFQ6, caderno de atividades, p.42; MCFQ8 p.112)

Relativamente à subdimensão Experiências Históricas, verifica-se que não há qualquer descrição ou mesmo referência a experiências históricas, realizadas pelos cientistas, que os tenham ajudado a estabelecer os princípios científicos em que se basearam no seu empreendimento de construção da TP. Salienta-se apenas o MFQA4, que faz uma descrição dos trabalhos desenvolvidos por Henry Moseley, no estabelecimento do conceito de número atómico e da Lei Periódica dos elementos, mas só há referência aos seus “trabalhos com raios X” (p. 100).

No que concerne à subdimensão de Fontes Secundárias, verifica-se que esta é uma dimensão presente na generalidade dos manuais analisados. Uma dessas fontes consiste na reprodução, por parte de autores de diversos ME, da TP de Mendeleev, numa das suas primeiras versões: (MCFQ2, p. 160; MCFQ4, p.136; MCFQ5, p. 166; MFQA1, p. 100; MFQA4, p. 102; MFQA6, p. 106; MFQA7, p.122). Ainda como Fonte Secundária, salienta-se: a fotografia de uma TP da construção de uma TP de Mendeleev na parede do prédio onde viveu (MCFQ1, p. 8); e a tabela de Newlands (MCFQ3, p.127).

Relativamente à dimensão Textos Elaborados por Autores de ME, esta subdimensão é quase ausente. Está apenas presente num manual de 9º ano (MCFQ2), ainda que no seu caderno de atividades, e num manual de 10º ano (MFQA4). Assim, no MCFQ2 é apresentado um texto com o título “Como é que nasceu a tabela Periódica?” (p.48) e no MFQA é apresentado um texto sobre Henry Moseley, intitulado “ Um cientista sem vocação para a guerra” (p.100).

Na análise da dimensão Modelos de TP apresentados por Autores de ME, consideraram-se apenas os modelos da TP apresentados ao longo da sua evolução histórica, como por exemplo, diferentes versões da TP proposta por Mendeleev. Nesta análise não foram considerados outros modelos apresentados pelos autores de ME, que embora evidenciassem aspetos importantes sobre a

organização dos elementos químicos na TP, apenas remetiam para a organização atual desta tabela. Assim, onze ME apresentam modelos da TP proposta por Mendeleev: (MCFQ2, p. 160; MCFQ3, p.127; MCFQ4, p. 126; MCFQ5, p.165; MCFQ6, p.42 (caderno atividades); MCFQ7, p.192; MCFQ8, p.112; MFQA1, p.100; MFQA2, p. 122; MFQA4; p.102; MFQA6, p.106). Um destes ME apresenta ainda a tabela proposta por Newlands (MCFQ4, p. 127) e outro (MFQA7) apresenta vários modelos de TP (figura 13), alguns dos quais remetem para modelos históricos, como por exemplo o modelo proposto por Alexandre de Chancourtois:

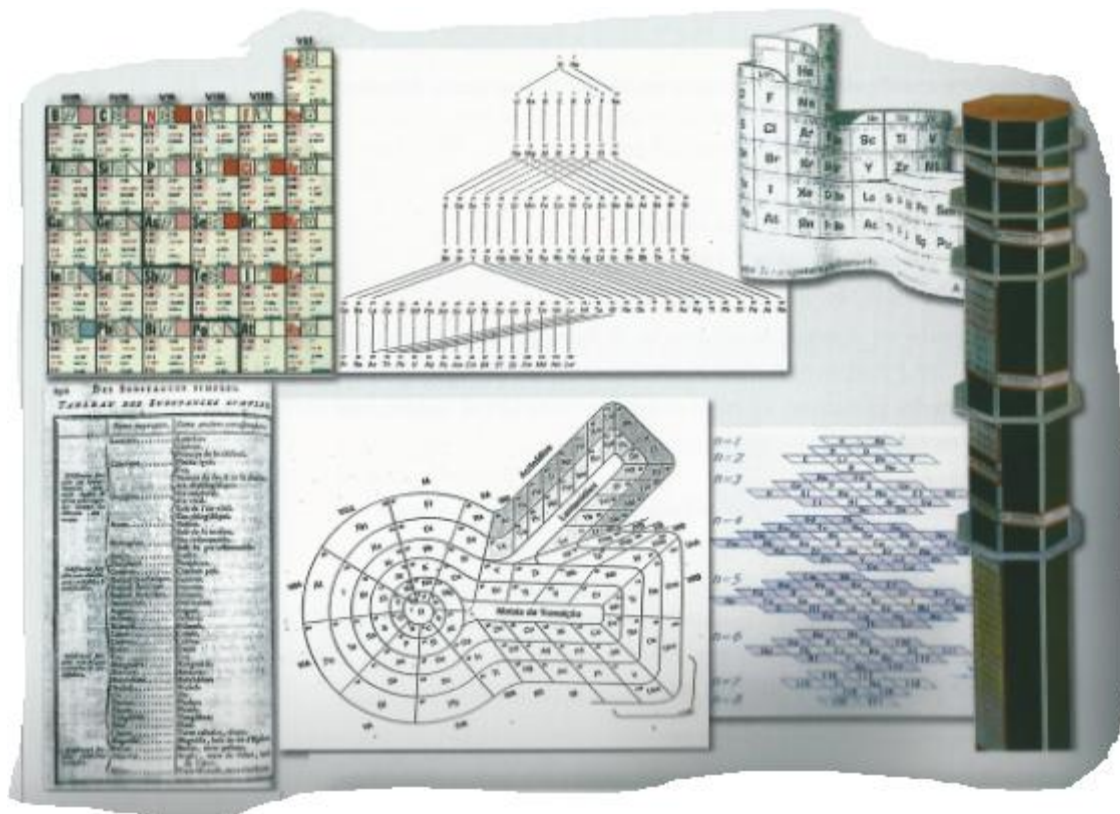


Figura 13 – Modelos de TP ao longo dos tempos (MFQA7, p. 120)

Por fim, relativamente à subdimensão Outros Materiais, destacam-se, para além de desenhos e imagens ilustrativas de analogias históricas e de modelos da TP, como o modelo de Chancourtois ou de Newlands, já anteriormente referidos (secção 4.2.): um selo com a imagem de Lavoisier (MCFQ3, p.126); a TP com bandeiras de todos os países que contribuíram para a descoberta dos elementos químicos que a constituem (MCFQ5, p 166; MFQA5, p. 128); a tabela intitulada “Alguns apontamentos da história da Tabela Periódica” MFQA3, p.73), onde as autoras organizaram toda a informação histórica, que consideraram relevante, sobre a história da TP.

Finalmente foi efetuada a análise da Bibliografia em HC apresentada em ME de 9º e 10º ano. Os dados daí resultantes apresentam-se nas tabelas 19 e 20.

TABELA 19 – Bibliografia em HC, incluída em ME de 9ºano

| Bibliografia em HC                         | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                            | MCFQ1             | MCFQ2 | MCFQ3 | MCFQ4 | MCFQ5 | MCFQ6 | MCFQ7 | MCFQ8 |
| Livros de História das Ciências            | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Livros de ciência com informação histórica | –                 | –     | –     | ✓     | –     | –     | –     | –     |
| Sites de História das Ciências             | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Sites de ciência com informação histórica  | –                 | –     | –     | –     | –     | ✓     | –     | –     |

TABELA 20 – Bibliografia em HC, incluída em ME de 10ºano

| Bibliografia em HC                         | Manuais escolares |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                            | MFQA1             | MFQA2 | MFQA3 | MFQA4 | MFQA5 | MFQA6 | MFQA7 | MFQA8 |
| Livros de História das Ciências            | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Livros de ciência com informação histórica | –                 | –     | –     | ✓     | –     | ✓     | –     | –     |
| Sites de História das Ciências             | –                 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     |
| Sites de ciência com informação histórica  | ✓                 | –     | ✓     | –     | ✓     | ✓     | –     | ✓     |

Começando por um aspeto novo relativamente a outros estudos, verificou-se que no 10º ano há mais manuais a fazer referências a sites do que no 9ºano. De facto, no 9º ano, apenas um manual (MCFQ6) fazia referência a um site de ciências com informação histórica, para cujo endereço se era remetido a partir do título “Um pouco de história” (p. 45): <http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/index-pt.html>. No 10º ano existem cinco manuais (MFQA1, MFQA3, MFQA5, MFQA6 e MFQA8) que fazem referência a sites com informação histórica sobre a TP. No entanto, será de salientar que, no caso dos MCFQ6, MFQA1 e MFQA3, a referências a sites com informação histórica é feita só no caderno do professor, como sugestão de exploração, pelo que a utilização desta informação histórica estará dependente não só da sensibilidade do professor para questões da HC como também da sua apetência para as Tecnologias de Informação e Comunicação e do valor que o professor atribuir às planificações propostas pelos autores do ME nesses cadernos. Salienta-se que um dos endereços referido em maior número de ME é <http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/index-pt.html> e que os endereços eletrónicos incluídos nos ME e que foram por nós consultados se encontravam praticamente todos ativos.

Relativamente à presença de bibliografia sobre HC em ME, quer de 9º, quer de 10º ano, verificam-se diferenças, embora pouco relevantes entre os dois grupos de manuais. Constatou-se que no 9º ano apenas um manual (MCFQ6) fazia referência a um site de Ciência com informação histórica



e um manual (MCFQ4) faz referência a um livro de Ciência com informação histórica. No que concerne aos manuais de 10<sup>o</sup> ano, verifica-se que apenas dois dos manuais (MFQA4 e MFQA6) fazem referência a livros de ciência com informação histórica. No entanto, o MFQA4 refere-se ao “Compêndio de Química” para o 1<sup>o</sup> ano do curso complementar, publicado em 1968, pelo que este livro não será certamente de fácil acesso aos alunos. No manual MFQA6 é feita referência, numa atividade prática em que é apresentado um texto com informação histórica sobre a TP e questões sobre esse texto, a um livro de Química Geral (Chang, 1994), que é um livro de fácil acesso a professores e alunos.

No presente estudo, a análise de conteúdo de ME relativamente à dimensão Bibliografia em HC, no que concerne às subdimensões Sites de HC e Sites de Ciência com Informação Histórica, reconhece-se como limitação do estudo o facto de não terem sido analisados os suportes informáticos que acompanham os ME. Embora tenha sido considerado pertinente analisar CDs, destinados a alunos e/ou professores, na medida em que estes poderiam apresentar recursos multimédia e referência a sites que à partida não vêm referidos no manual, por limitações quer do tempo de concretização da presente dissertação, quer de acesso aos referidos suportes informáticos, uma vez que muitos destes CDs só são disponibilizados nos casos em que o ME foi adotado, não foi possível realizar este tipo de análise.

Em síntese, podemos afirmar que relativamente à dimensão de análise Material Usado para Apresentar a Informação Histórica relacionada com a Tabela Periódica, os materiais mais utilizados são fotografias dos cientistas que se destacaram na evolução histórica da TP, centrando-se as atenções na fotografia de Mendeleev. Destaca-se ainda um documento original de uma das primeiras versões da TP de Mendeleev (figura 12). Relativamente à dimensão Bibliografia em HC, constata-se que as referências são muito reduzidas, havendo ainda alguma tendência para encaminhar os alunos para sites de HC ou sites de ciência com informação histórica. A respeito de materiais usados pelos autores de ME para representar o conteúdo histórico em ME, um estudo realizado por Leite (2002) também refere que as fotografias de cientistas constituem o material mais utilizado. No que concerne à Bibliografia em HC, também no estudo realizado por Leite (2002) se refere que as referências a livros sobre HC são raras. Como consequência, esta investigadora refere que admitindo que alguns alunos podem estar interessados em saber mais acerca da HC, os ME não os ajudam muito a decidir onde encontrar mais informação para leituras posteriores. Estas conclusões são concordantes com os resultados que agora se apresentam.

### 4.3 Opiniões de autores de manuais escolares do ensino básico e secundário

#### 4.3.1 Experiências, motivações e dificuldades de autores de manuais escolares

Analisando a tabela 21, em que se apresentam as razões que, segundo os autores entrevistados, os levaram a elaborar ME, verifica-se que, a este respeito, há diferenças entre eles.

TABELA 21 – Motivações dos autores para elaborarem ME

| Tipos de motivos                      | Motivos                                              | Autores de ME de 9º ano |       | Autores de ME de 10º ano |       |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                                       |                                                      | MCFQ2                   | MCFQ6 | MFQA1                    | MFQA3 |
| Experiência prévia                    | Ter elaborado os programas de CFQ/Física e Química A |                         |       |                          | ✓     |
|                                       | Ter grande experiência na elaboração de ME           | ✓                       |       |                          | ✓     |
| Interesses científicos e pedagógicos  | Querer contribuir para melhorar o ensino da Química  |                         |       | ✓                        |       |
|                                       | Querer utilizar resultados de investigação           |                         |       | ✓                        |       |
|                                       | Querer introduzir CTS nos manuais                    |                         |       |                          | ✓     |
| Interesse económico/Razões comerciais | Ter interesse económico                              |                         |       | ✓                        |       |
| Razões pessoais                       | Ter recebido convite                                 | ✓                       | ✓     |                          |       |
|                                       | Ter gosto por esta tarefa                            | ✓                       |       |                          |       |
|                                       | Gostar de desafios                                   | ✓                       |       |                          |       |

Da análise da tabela 21, pode verificar-se que dois dos autores entrevistados (MCFQ2 e MFQA3) referem que entre as suas motivações para elaborar ME, a experiência prévia de elaboração de ME foi, sem dúvida, determinante. A este respeito, a autora do MCFQ2 refere que a sua experiência foi importante na medida em que considera que as Orientações Curriculares para o ensino básico são vagas e só a experiência acumulada de elaboração de ME lhe permitiu adequar a profundidade com que os diversos assuntos devem ser tratados:

“Os conteúdos são sempre orientados pelo Programa e as Orientações Curriculares, que vigoraram desde 2001 ... São muito vagas e, portanto, nós como autoras, tivemos que analisar e embrenharmo-nos naquilo, pelo que, sem dúvida, a nossa experiência foi determinante, porque olhando para aquilo é muito vago e, se não tiver experiência, a pessoa fica sem saber como dar vida a esses assuntos. Fomos nós, com a experiência que tínhamos, com os ME que já tínhamos feito de trás, que sentimos a profundidade e o que devíamos explorar.” (MCFQ2)

Já as autoras do MFQA3 referem que a sua experiência prévia na elaboração de ME foi muito importante, na medida em que havia necessidade de se construir um ME destinado ao aluno, e que foi concebido segundo uma linha de orientação CTS, o que constituía um desafio:

“Para nós representou um desafio muito grande, aquela mudança de paradigma de ensino [...] este ensino, centrado no aluno, por pesquisa, era uma coisa aliciante para nós. Isso foi um desafio para nós. Para além daquilo que nós já tínhamos estudado para os programas, que nos obrigou a mergulhar fundo.... Foi o outro desafio que era por aquilo no papel para o aluno, porque o programa à partida não é feito para o aluno [...]E tínhamos tido já uma experiência interessante com as Técnicas Laboratoriais de Química (TLQ) porque na altura não havia nada publicado... [...] Mas, nós tínhamos tido uma experiência anterior nas TLQ em que fomos precursoras em termos de Ambiente. Nós começamos, em 1989, a fazer os programas e saiu pela primeira vez um programa de uma disciplina (TLQ III) em que o Ambiente era o tema central do programa e do livro. [...] Para nós foi realmente um desafio total e quando surgiu esta oportunidade (manuais escolares para os Novos Programas de Física e Química A) a gente já ia lançada naquele desafio e achamos interessante mudar alguma coisa nos manuais escolares.” (MFQA3)

Ainda relativamente à influência da experiência prévia no que concerne à elaboração de ME, as autoras do MFQA3 apontam o facto de terem participado na elaboração dos programas como uma das razões que as motivaram a elaborar os respetivos manuais, como se transcreve de seguida:

“A primeira motivação está bem à vista: éramos autoras dos programas. Tínhamos mais do que ninguém, com a experiência que tínhamos, a capacidade de transpor o espírito do programa, na perfeição, para o manual escolar.” (MFQA3)

Constata-se ainda que apenas os dois autores de manuais do ensino secundário (MFQA1 e MFQA3) afirmaram ter-se envolvido nesta tarefa por razões científicas e/ou pedagógicas, embora o autor do MFQA1 o tenha feito, também, por razões comerciais. Ilustram-se, de seguida:

i) as razões científicas:

“Desejo de fazer um produto alternativo que favoreça o ensino da Química ... o desafio da abordagem académica, no sentido em que se faz um ensaio onde, de alguma maneira, se projetam as investigações académicas pessoais e de outros, no sentido de inovar ...” (MFQA1)

“Havia uma mudança de paradigma e havia necessidade de os manuais escolares serem diferentes, terem algo diferente do que era habitual, porque aquilo que se exigia ao aluno eram também coisas diferentes. [...] Interpretar um gráfico, que era uma coisa que falhava imenso, escrever um pequeno texto ... Tudo isso foi a filosofia CTS que obrigou a criar outras maneiras de atuar dos professores [...]” (MFQA3)

ii) as razões comerciais:

“[...] a motivação comercial, isto é, um manual escolar é um projeto que tendo sucesso tem um retorno financeiro simpático.” (MFQA1)

Quanto aos autores dos manuais de terceiro ciclo, estes parecem ter-se envolvido nesta tarefa por razões pessoais, tendo, em ambos os casos (MCFQ2 e MCFQ6,) começado com um convite, como se passa a ilustrar:

“Foi casual, surgiu esse convite e a partir daí tem sido realmente ... Nunca mais larguei!” (MCFQ2)

“Este percurso começa com um convite. Foi um convite para integrar uma equipa e um projeto novo que ia nascer numa editora. Estava na calha a proposta de trabalharmos com a Texto Editores num conjunto de manuais escolares do ensino básico ... Portanto, houve então esse convite, a que eu, obviamente conhecendo o projeto e conhecendo os outros autores, acedi sem pensar duas vezes.” (MCFQ6)

A autora do MCFQ2 refere ainda, como razões, o gosto por este tipo de tarefas e por enfrentar desafios, tal como se ilustra de seguida:

“É uma experiência muito gratificante e enriquecedora. É apaixonante e um trabalho muito enriquecedor, que faço com todo o gosto!” (MCFQ2)

A existência de uma diversidade de motivos para envolvimento em tarefas de elaboração de ME havia já sido detetada por Figueiroa (2001). Também nestes estudos, os autores neles envolvidos referem como motivos para a elaboração de ME, o facto de terem sido convidados, bem como o facto de a elaboração de ME lhes dar uma oportunidade de aplicar e pôr em prática algumas ideias que tinham.

Na tabela 22 apresentam-se os resultados relativos às dificuldades que os entrevistados dizem ter encontrado aquando da elaboração dos respetivos manuais.

TABELA 22 – Dificuldades dos autores na elaboração de ME

| Fonte de dificuldades | Dificuldades                                                | Autores de ME de 9º ano |       | Autores de ME de 10º ano |       |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                       |                                                             | MCFQ2                   | MCFQ6 | MFQA1                    | MFQA3 |
| Editoras              | Limitações no número de páginas                             | ✓                       | ✓     | ✓                        | ✓     |
| Programa              | Necessidade de cumprir as Orientações curriculares/Programa |                         | ✓     | ✓                        |       |
|                       | Carácter genérico das Orientações Curriculares              | ✓                       |       |                          |       |
| Vigência dos ME       | Extensão do período de vigência de adoção do ME             | ✓                       |       |                          | ✓     |
| Alunos                | Falta de interesse dos Alunos                               | ✓                       |       |                          |       |

Todos os autores entrevistados referem as restrições editoriais no que concerne ao número de páginas que têm de cumprir, o que condiciona o volume de informação. Esta restrição é evidenciada pela autora do MCFQ2:

“Além de nós ambicionarmos ter um manual escolar com determinadas características, acharmos que é didaticamente e pedagogicamente correto, com as características que devia ter, etc., nós temos limitações por parte das editoras. Eu não posso fazer um manual escolar com o número de páginas que quiser. Não, por questões até económicas, mas eles próprios também têm *feedback* e estudos de mercado. Para um miúdo, um manual escolar com 250 páginas já é um livro demasiado grosso para o número de aulas que têm por semana e nós somos aconselhados. Há limitações e coisas que temos que gerir e negociar.” (MCFQ2)

Ainda relativamente às dificuldades enumeradas na elaboração dos ME, os autores entrevistados referem o Programa e/ou as Orientações Curriculares como fonte de dificuldades. A este respeito, dois autores mencionam o facto de não haver liberdade total na elaboração do ME, na medida em que há um programa que é necessário cumprir (MCFQ6 e MFQA1):

“[...] nós estamos sempre reféns daquilo que é o Programa, daquilo que são as Orientações Curriculares, porque os professores também têm necessidade, de alguma maneira, de terem um manual escolar que corresponda aquilo que é, em termos gerais, o esqueleto daquilo que são as Orientações Curriculares.” (MCFQ6)

“Não há liberdade total ao fazer o manual escolar porque estamos cúmplices de um Programa mas, algumas ideias e algumas inovações conseguimos implementar.” (MFQA1)

Por outro lado, uma autora de ME de ensino básico refere, como dificuldade, a existência de um conjunto de Orientações Curriculares vagas, dificuldade esta que, segundo ela, só foi ultrapassada com uma grande experiência editorial (MCFQ2). Esta opinião é ilustrada de seguida:

“Os conteúdos são sempre orientados pelo Programa e as Orientações Curriculares que vigoraram desde 2001 são muito vagas. Portanto, nós, como autoras, tivemos que analisar e embrenhar-nos naquilo pelo que, sem dúvida, a nossa experiência foi determinante.” (MCFQ2)

Como dificuldades, uma autora de ME de ensino básico (MCFQ2) e uma autora de ME de ensino secundário (MFQA3) referem ainda que o período de vigência de adoção de ME de seis anos é muito longo, o que faz com que se corra o risco do ME ficar desatualizado rapidamente. Apresentam, como forma de contornar esta dificuldade, o recurso a material multimédia que acompanha o ME e que pode ir sendo atualizado:

“Os períodos de adoção agora são longos. Seis anos é muito tempo para a área de Ciências! Claro que há *feedback* de que agora as editoras tentam controlar isso de alguma forma. Como além do manual escolar em si, já há muitos apoios a nível de e-books pelo que essas novidades e atualizações podem ser revistas a nível da parte multimédia, porque na realidade seis anos é muita coisa.” (MCFQ2)

“O que nos assustou um bocado foi quando aumentaram o prazo para seis anos, sabe. Nas ciências é um bocado complicado. Há sempre tratados novos, coisas novas que estão a sair, elementos químicos da TP que estão a aparecer [...] Nas Ciências são muitos anos para estar um livro parado.” (MFQA3)

A necessidade da simplificação dos conteúdos e a sua adaptação à realidade atual dos alunos, também limita os autores na gestão que têm de fazer, das temáticas abordadas, tal como referido pelos autores do MCFQ2 e do MCFQ6:

“Agora acabo por reconhecer que, hoje em dia, com os alunos que temos dentro dada sala de aula, temos, às vezes, que fazer coisas que não são exatamente aquilo que gostaríamos que fossem em termos de projeto de manuais escolares. A realidade que temos não deixa avançarmos ou concebermos os projetos que idealizamos.” (MCFQ2)

“Aquilo que vamos percebendo, e que aconteceu com esta primeira volta de manuais escolares, é que, se calhar, a forma como apresentamos as temáticas [...] se calhar, é um bocadinho densa. Os alunos têm alguma dificuldade, muitas vezes, em digerir a informação que lá está.” (MCFQ6)

No que concerne à satisfação com os ME, as principais conclusões estão evidenciadas na tabela 23, que a seguir se passa a analisar.

TABELA 23 – Satisfação dos autores com os respetivos ME

| Tipos de Motivos         | Motivos                                                    | Autores de ME de 9º ano |                   | Autores de ME de 10º ano |                   |
|--------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|                          |                                                            | M <sub>CFQ2</sub>       | M <sub>CFQ6</sub> | M <sub>FQA1</sub>        | M <sub>FQA3</sub> |
| Volume de vendas         | Volume de vendas de acordo com as expetativas              |                         |                   | ✓                        | ✓                 |
|                          | Volume de vendas abaixo das expetativas                    | ✓                       | ✓                 |                          |                   |
| Feedback dos professores | Reconhecimento do potencial educativo do ME                | ✓                       |                   |                          |                   |
|                          | Reconhecimento de dificuldades dos alunos em relação ao ME |                         | ✓                 |                          |                   |
| Inovação didática        | Enfãse na interpretação                                    |                         |                   |                          | ✓                 |
|                          | Adoção de uma perspetiva CTS                               | ✓                       | ✓                 | ✓                        | ✓                 |
|                          | Apresentação de abordagens inovadoras                      |                         |                   | ✓                        | ✓                 |
| Adequação do ME          | Adequação ao currículo                                     | ✓                       | ✓                 | ✓                        | ✓                 |
|                          | Adequação ao tipo de exames nacionais                      |                         |                   |                          | ✓                 |

Da análise dos dados recolhidos, constata-se que todos os autores entrevistados mostram satisfação com os projetos desenvolvidos, reconhecendo qualidade no seu manual, tal com se ilustra com os autores do MFQA1 e do MFQA3:

“É um produto razoável, simpático e minimamente inovador.” (MFQA1)

“Ficamos muito contentes com o projeto nos três anos. Nós não dizemos que isto é uma obra acabada e, quando vamos rever, notamos que há um ou outro aspeto que podemos modificar, pontualmente. Mas, globalmente a obra satisfaz-nos.” (MFQA3)

De uma forma geral, e apesar de estarem satisfeitos, os diversos autores entrevistados encaram os respetivos manuais como um projeto em aperfeiçoamento e que pode ser sempre melhorado. Neste sentido, todos eles, se encontravam a fazer a revisão dos seus manuais para os novos períodos de adoção, de acordo com o calendário definido pelo Ministério da Educação.

No que concerne à satisfação com o volume de vendas, e tendo em conta que todos os autores inquiridos se encontravam entre os autores com maiores volumes de vendas a nível nacional, as suas posições divergem. Os autores de ME de ensino secundário (MFQA1 e MFQA3) mostram-se satisfeitos. No entanto, as autoras do MFQA3 reconhecem que a venda do respetivo ME tem tido altos e baixos. Segundo elas, embora os professores reconheçam que este ME está adequado à orientação CTS que presidiu à elaboração do programa, e ao tipo de exames nacionais que têm vindo a ser aplicados, uma grande parte deles não partilha desta nova perspetiva pelo que revelam alguma resistência em se adaptarem ao manual. Esta opinião foi expressada como se passa a ilustrar:

“Teve altos e baixos: no 1º ano que foi adotado, teve um alto enorme porque as pessoas associavam o facto de sermos autoras a ter os manuais escolares mais fiáveis em relação ao seguimento do Programa. Quando chegaram ao 2º ano, as pessoas não gostaram do livro porque não era a metodologia delas e, deram-se mal com a metodologia e não quiseram mudar e nós descemos. E quando começaram os exames de 11º ano e as notas a fracassarem completamente ... As notas de Física e Química A são uma miséria! E os professores, no 3º ano de adoção voltaram a adotar o nosso livro porque chegaram à conclusão que era o mais adaptado ao Programa e aos exames, ao tipo de exames nacionais que saem.” (MFQA3)

De uma forma geral, os autores, de acordo com as suas perceções e com o *feedback* que obtêm, quer dos professores que estão no terreno, quer dos estudos de mercado empreendidos pelas editoras, reconhecem, pontualmente, a necessidade de fazer ajustes no sentido de os melhorar e de neles introduzirem algumas inovações, tal como referido pela autora de MCFQ6:

“Agora, se calhar algumas ideias ... nós poderíamos ser mais criativos, mais inovadores num ou outro aspeto. Vamos tentando, pontualmente fazer isso.” (MCFQ6)

Constata-se também que, entre os autores de ME de ensino básico (MCFQ2 e MCFQ6), existe um maior sentimento de insatisfação com o volume de vendas. A autora do MCFQ2 refere insatisfação pelo facto de reconhecer que o manual de Ciências Físico-Químicas do 9º ano com maior volume de vendas a nível nacional, partilha de uma filosofia com a qual não concorda. Quanto à autora de

MCFQ6, esta defende que, tendo em conta a qualidade científica e pedagógica do seu projeto, este poderia ter tido melhor aceitação. Seguidamente ilustram-se estes dois pontos de vista:

“Nos primeiros anos correspondeu. Ficamos em 1º lugar nacional. Agora neste momento, estamos em 2º, 3º lugar, estamos praticamente empatados. A colega que está à frente, está bastante à frente. Na editora, estamos praticamente a par. Não, não correspondeu às minhas expetativas, de forma alguma, até porque eu não comungava muito da filosofia do outro projeto.” (MCFQ2)

“Pois, enfim, as expetativas ... Mas quando estamos a trabalhar, achamos que aquilo que fazemos está bem, porque no fundo é a nossa interpretação do programa, é a nossa forma de encarar as temáticas. Mas, obviamente essa correspondência em termos de expetativas, nós achamos sempre que se calhar o manual escolar podia ter vendido mais um bocadinho. Se calhar o nosso manual escolar até poderia ter tido outra aceitação. [...] Talvez por isso, a cota de mercado não seja aquela que nós achamos que o projeto mereceria ou que poderia vir a ser. Mas estamos a trabalhar nesse sentido.” (MCFQ6)

Ainda relativamente à satisfação com os ME, os autores manifestam-se atentos ao *feedback* que obtêm dos professores que trabalham com os manuais e aos estudos de mercado realizados pelas editoras, tal como referido pelas autoras de MCFQ2 e MCFQ6:

“Tenho *feedbacks* muito positivos que muito me gratificam e que me fazem continuar a andar. Agora, para mim, nunca está tudo bem. Estou sempre a querer modificar, a querer alterar.” (MCFQ2)

“[...] e isso vem-nos de algum *feedback* dos professores que estão no terreno [...] “ (MCFQ6)

Por fim, não podemos deixar de salientar a experiência do autor do MFQA1 ao reconhecer que, o volume de vendas, está mais dependente da agressividade das campanhas dirigidas pelas editoras, do que da qualidade do ME:

“Eu tenho uma experiência pessoal com um livro anterior, que foi publicado numa editora sem agressividade escolar e, não foi escolhido. E, praticamente a mesma coisa foi publicada numa editora com agressividade comercial e, foi escolhido. Não podemos escamotear a importância da agressividade comercial.” (MFQA1)

Ainda como motivo de satisfação com os respetivos ME, todos os autores salientam a adequação dos seus manuais ao currículo nacional e ao novo paradigma de ensino CTS. Alguns autores destacam ainda aspetos tais como a:

i) Introdução de inovações:

“[...] Algumas ideias e algumas inovações conseguimos implementar.” (MFQA1)



“[...] havia necessidade de os manuais escolares serem diferentes, terem algo diferente do que era habitual, porque aquilo que se exigia ao aluno era também eram coisas diferentes [...] E achamos interessante mudar alguma coisa nos manuais escolares.” (MFQA3)

ii) Ênfase na interpretação:

“[...] e nós focalizamos muito o nosso manual escolar em termos de saber interpretar[...] Interpretar um gráfico, que era uma coisa que faltava imenso, escrever um pequeno texto ... tudo isso foi a filosofia CTS [...]” (MFQA3)

iii) Adequação aos exames nacionais:

“E os professores [...] voltaram a adotar o nosso livro porque chegaram à conclusão que era o mais adaptado ao programa e aos exames [...]”(MFQA3)

Quanto à decisão de inclusão de conteúdos no ME, os autores referem que esta é da sua inteira responsabilidade, não havendo interferência por parte das editoras com as quais trabalham. Estas, só impõem restrições relativamente ao número de páginas e aspetos gráficos e/ou organizacionais. Salientam ainda que as decisões de seleção dos conteúdos foram sempre tomadas em conjunto, por parte de todos os autores de cada ME, fundamentadas pelo Programa e Orientações Curriculares, tal como referido pela autora do MFQA3:

“Em conjunto. Primeiro, o programa estava sempre à frente. Normalmente era em consenso, a não ser que alguma de nós encontrasse alguma coisa diferente, que achasse interessante, e propusesse colocar naquela posição e dar uma volta ao texto para aquilo ficar bem inserido.” (MFQA3)

Relativamente às equipas em que existiam autores com uma formação mais ligada à Química ou mais ligada à Física, como é o caso dos manuais MCFQ6 e MFQA1, é salientado que as decisões eram tomadas por todos os autores, mas com diferentes níveis de protagonismo, dependendo do assunto em causa:

“[...] embora o MFQA1 tenha protagonismo particular dos autores ligados à Química e protagonismo mais lateral dos autores do lado da Física. Funciona em simetria com um manual de Física onde o contrário acontece, o protagonismo particular é dos autores mais ligados Física [...] ” (MFQA1)

“Por todos. Nós somos seis autores: três de Física e três de Química. E o que acontece é que, normalmente, nos capítulos da Química, nós temos uma primeira palavra a dizer mas, obviamente, ouvindo sempre a opinião dos colegas da Física. Da parte da Física faz-se exatamente o oposto: eles têm a primeira opinião e depois nós opinamos mais pontualmente. Mas não há nada que seja incluído no ME que não tenha a validação de todos ou, pelo menos, da maioria.” (MCFQ6)

Em síntese, de uma forma geral, os autores entrevistados revelam uma grande satisfação com os seus manuais, reconhecendo-os como projetos de qualidade, que cumprem as intenções, os

objetivos e perspetivam as competências que se pretendem desenvolver com os novos currículos, quer no ensino básico, quer no ensino secundário. No entanto, consideram os seus manuais como obras que podem ser sempre melhoradas e manifestam-se motivados para aumentar o seu volume de vendas. Para isso, revelam-se atentos, quer ao *feedback* de professores que estão no terreno, quer aos estudos de mercado desenvolvidos pelas editoras. Apontam como única limitação imposta pelas editoras, com as quais trabalham, o facto de terem números fixos de páginas que têm de cumprir rigorosamente, devendo ainda ter em conta indicações relativamente aos aspetos gráficos. De resto, segundo eles, as editoras não têm qualquer interferência na forma como abordam as diferentes temáticas. Reconhecem ainda que existe a necessidade de os manuais terem em conta o tipo de alunos a que se destinam, sobretudo no ensino básico, pelo que sentem necessidade de conciliar aquilo que idealizam como projeto e a realidade dos alunos a que se destina o manual.

No contexto anteriormente exposto, todos os autores entrevistados parecem estar conscientes de que, tal como havia sido referido por diversos autores (Blanco, 1994; Santos & Valente, 1995; Santomé, 1998), os ME, embora destinados aos alunos, acabam por condicionar a prática letiva dos professores constituindo um suporte de planificações das aulas e, por conseguinte, das aprendizagens dos alunos, tal como salienta (Duarte, 1999). Neste sentido, manifestam-se empenhados na nova revisão de ME que estão a preparar, de acordo com o calendário de adoções definido pelo Ministério da Educação.

#### ***4.3.2 Opiniões de autores de manuais escolares acerca da utilização da HC no ensino das ciências***

Na tabela 24 apresentam-se os dados relativos à importância atribuída pelos autores de ME entrevistados à HC no ensino das ciências. Por análise da tabela, pode constatar-se que todos esses autores atribuem grande importância à HC, reconhecendo diversas vantagens na sua inclusão no ensino das ciências.

TABELA 24 – Importância atribuída pelos autores de ME à HC no ensino das ciências

| Importância atribuída à HC |                                                                                                   | Autores de ME de 9º ano |       | Autores de ME de 10º ano |       |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                            |                                                                                                   | MCFQ2                   | MCFQ6 | MFQA1                    | MFQA3 |
| Vantagens                  | Facilita a contextualização dos assuntos estudados                                                | ✓                       |       | ✓                        |       |
|                            | É motivadora/apelativa                                                                            | ✓                       |       |                          |       |
|                            | Ajuda a perceber a aplicabilidade das ciências                                                    |                         |       | ✓                        |       |
|                            | Ajuda a compreender como a Ciência se foi construindo/a evolução dos conceitos                    | ✓                       | ✓     |                          | ✓     |
|                            | Ajuda a compreender o caráter dinâmico da Ciência                                                 |                         |       | ✓                        |       |
|                            | Ajuda a compreender a evolução do conhecimento científico                                         |                         |       | ✓                        |       |
|                            | Ajuda a perceber possíveis dificuldades dos alunos e a antecipar possíveis conceções alternativas |                         | ✓     |                          |       |
| Dificuldades               | Não ter tempo para cumprir o programa                                                             |                         |       |                          | ✓     |
|                            | Nem sempre exequível                                                                              | ✓                       |       |                          |       |
|                            | Risco de trabalhar com conceções alternativas que surgiram na HC                                  |                         | ✓     |                          |       |
|                            | Fazer uma abordagem histórica pouco cativante                                                     |                         |       | ✓                        |       |

Entre as vantagens atribuídas pelos autores de ME à introdução da HC no ensino das ciências, dois autores (MCFQ2 e MFQA1) referem a sua importância na contextualização dos assuntos estudados em ciências. A autora do MCFQ2 refere ainda o facto de que a HC pode funcionar como motivação para o estudo das temáticas que se pretendem abordar. Ilustram-se, de seguida, estas razões:

“Eu considero que tem vantagens a nível de uma contextualização, para os alunos perceberem que as coisas não surgiram por acaso. É toda uma evolução, como quem conta uma história de como é que as coisas surgiram e como é que se terão passado. Acho que é apelativo e, portanto, que incentiva os alunos ao estudo do que queremos.” (MCFQ2)

“A Ciência deve estudar-se de uma forma contextualizada e também histórica.” (MFQA1).

Ainda para o autor do MFQA1, uma das vantagens da utilização da HC no ensino das ciências, está relacionada com a questão da aplicabilidade das ciências, na medida em que esta é uma questão colocada com frequência pelos alunos de ciências e que a HC pode ajudar a responder:

“Pode-se aproveitar a História da Ciência para responder a algumas questões que são transversais aos alunos. Por exemplo, os alunos que aprendem ciências questionam-se muito sobre a aplicabilidade da Ciência que estão a aprender, e a História da Ciência revela que uma teoria científica, que num determinado ponto se desenvolveu, que parecia não ter aplicações práticas, depois se vem a revelar surpreendente.” (MFQA1)

Entre as vantagens referidas pelos autores, destaca-se também o facto de a HC poder ajudar a compreender, não só como é que o conhecimento científico se foi construindo (MCFQ2, MCFQ6 e MFQA3), mas também o seu carácter dinâmico e, ainda, a compreender os fatores que levaram à evolução desse mesmo conhecimento (MFQA1):

“É necessário transmitir a ideia de que a Ciência se constrói e que todos nós estamos a contribuir, sabe-se lá, para a construção dessa Ciência com os trabalhos que estamos a desenvolver! Acho que essa dimensão também tem de ser muito bem trabalhada com os miúdos.” (MCFQ2)

“Porque se nós, professores, e depois os alunos, isto é, se toda a gente perceber minimamente como é a Ciência se foi construindo, como é que tudo isto foi evoluindo, o que é que se pensou, o que é que se pensa ... que as coisas não apareceram assim por um passe de mágica! Que o grande Einstein, que o grande Newton, também não foi tudo assim! Foram caminhando aos ombros de gigantes!” (MCFQ6)

“E a História das Ciências pode ter um papel importante nesse aspeto, que é explicar as diferentes visões que se vão tendo ao longo da construção do conhecimento científico. (MFQA3)

“Os alunos têm muitas vezes uma ideia muito ingénua sobre a Ciência. Não interiorizaram que ela tem um carácter dinâmico e que as teorias científicas são válidas até prova em contrário. E, de alguma maneira, a História da Ciência ajuda a sublinhar esse carácter dinâmico da Ciência, como uma construção que atravessou a História e que ainda hoje está a acontecer! [...] Sem perceber essa evolução ao longo da História, é de facto muito difícil. Sem perceber mesmo, que os nomes que marcam hoje a História são nomes que andaram ao ombro de outros gigantes do passado da História ... não se consegue perceber a Ciência de hoje sem ter percebido um bocadinho o caminho.” (MFQA1)

Por fim, a autora de MCFQ6 refere, ainda como vantagem, o facto de a HC ajudar a perceber possíveis dificuldades dos alunos. Na verdade, tal como defendido por alguns autores (Piaget & Garcia, 1987; Mas, Perez & Harris, 1987; Nussbaum, 1989; Gil Pérez, 1993; Pedrinaci, 1999; González, 2000), já referenciados no Capítulo II, existe alguma semelhança ou paralelismo entre algumas conceções alternativas dos alunos e certas ideias que se desenvolveram num determinado período da HC. Evidencia-se a seguir o ponto de vista da autora MCFQ6:

“A História da Ciência para nós, enquanto professores, ajuda-nos não só a perceber, ou pelo menos a antecipar, possíveis dificuldades que os alunos possam vir a ter, como também nos ajuda, muitas vezes, a tentar encontrar estratégias para as ultrapassar. Muitas das conceções alternativas que os alunos têm, muitas vezes, são coincidentes com aquelas que os cientistas apresentaram no passado! As dificuldades e as ideias dos alunos, muitas vezes são coincidentes com as dificuldades que aqueles cientistas lá atrás tiveram! Com aquilo que eles pensaram lá atrás!” (MCFQ6)

Relativamente às dificuldades, constrangimentos e potenciais riscos associados a uma abordagem histórica no ensino das ciências, de uma forma geral, os autores entrevistados não lhe

reconhecem grandes riscos. Salientam, sobretudo, o facto de a extensão dos programas nem sempre permitir uma abordagem que valorize a HC. Esta dificuldade havia sido já detetada num estudo realizado por Baptista (2006), já referenciado na secção 2.2.3 desta dissertação, onde a investigadora concluiu que, entre os principais obstáculos para a não inclusão de conteúdo histórico nos ME, se contava a extensão dos programas e a falta de espaço nos ME. A este respeito, as autoras do MCFQ2 e do MFQA3 referem o seguinte:

“Agora, há aqui necessidade de gerir tudo isto, porque nós temos uma carga horária muito limitada, há um fundo, umas orientações, um programa ... que nos pede para trabalharmos um conjunto de conteúdos e, o tempo não chega para tudo. [...] Acho que é importante. Agora, o que é importante e depois ser exequível, aqui começa a haver uma dificuldade de conciliar tudo.” (MCFQ2)

“O risco que se corre, é ter um programa que é extenso, é ter poucas aulas para dar esse programa, e quando a pessoa se perde a dar a História da Ciência, porque a História da Ciência é interessantíssima!” (MFQA3)

Tal como defendido por Mathews (1994), a extensão dos currículos leva a que se subvalorize a HC, em detrimento do cumprimento destes. A respeito da extensão dos currículos e da necessidade da gestão da inclusão de conteúdos históricos no ensino das ciências, a autora do MCFQ2 refere ainda que existe a necessidade de se fazer uma gestão adequada dos momentos em que se deve recorrer à HC, dando preferência à sua inclusão em temáticas ricas do ponto de vista histórico:

“[...] Há determinadas temáticas em que a História da Ciência terá talvez mais importância, porque há mais História conhecida e que poderá ser mais interessante para os miúdos do que outras. [...] Haverá outros assuntos em que não fará tanta falta em termos do que é exequível na carga horária que temos e das limitações que temos.” (MCFQ2)

Também as autoras de MFQA3 consideram, a este respeito, que embora não se possa recorrer sistematicamente à HC, há momentos em que a abordagem histórica deve ser prioritária, estando a TP nessa situação:

“[...] Nós não podemos tê-la aqui a toda o momento, caso contrário teríamos aqui um manual escolar de uma grossura impressionante! Mas há momentos em que essa abordagem até deve ser prioritária em relação a outras [...] Essa é uma abordagem absolutamente prioritária em relação à TP propriamente dita.” (MFQA3)

Outra das dificuldades, referidas pela autora do MCFQ6, é o facto de, segundo ela, alguns autores defenderem não haver necessidade de estar sempre a fazer incursões na HC, na medida em que, atualmente, as teorias e leis aceites, já incorporam perspetivas anteriores. Considera esta autora que, pode correr-se o risco de abordar ideias que constituem concepções alternativas, e que o facto de se estar a trazer ao de cima este tipo de concepções, sem ter tempo de as trabalhar de forma

adequada, pode constituir um problema. Mesmo assim, a autora considera que vale a pena correr esse risco. Seguidamente ilustra-se este ponto de vista:

“O facto de estar a trazer ao de cima concepções alternativas, de eu estar apresentar, por exemplo, situações de evolução, posso muitas vezes não trabalhar de uma forma cuidada, parar ali, por ventura, e o aluno ficar retido numa ideia lá de trás que atualmente já não é bem assim, e ele não perceber como é que a coisa se foi transformando. Mas isto é um risco que vale a pena correr!” (MCFQ6)

Na verdade, alguns autores consideram que a HC pode funcionar como uma ferramenta no trabalho das concepções alternativas apresentadas pelos alunos de ciências, ajudando o professor a antecipar algumas concepções alternativas dos alunos e a encontrar novos caminhos para trabalhar essas concepções. A comparação dessas concepções com a explicação científica pode levar o aluno a reestruturá-las, considerando-as como limitadas e inapropriadas (González, 2000). Algumas investigações nesta área referem que o confronto das ideias dos alunos com factos da HC poderá levar à mudança conceptual (Wandersee, 1985; Nussbaum, 1989; Solbes & Traver, 2001). Desta forma, a HC pode contribuir para a evolução das ideias alternativas dos alunos, ajudando o professor antecipar algumas dificuldades e a encontrar novos caminhos para trabalhar essas concepções.

Ainda como dificuldade resultante da inadequada utilização da HC, o autor de MFQA1 refere os riscos resultantes de uma abordagem pouco cativante, que pode levar os alunos a não gostar da HC ou mesmo a não perceber a sua relação com as ciências:

“Se o professor se radica de uma forma muito pouco motivante na História das Ciências ou se o faz de uma forma enfadonha e muito académica, no mau sentido do termo, tem o risco de os alunos se desmotivarem um pouco ou até se perguntarem: Para que é que temos que saber isto se hoje não acontece assim?” (MFQA1).

Em síntese, os autores de ME são favoráveis à introdução da HC no ensino das ciências, reconhecendo-lhe diversas vantagens. No entanto, reconhecem algumas dificuldades ou constrangimentos que podem advir da sua utilização, salientando o facto de os programas serem extensos e o número de aulas disponíveis ser limitado, pelo que, segundo eles, há que fazer uma gestão adequada, de forma a que a utilização da HC no ensino das ciências seja exequível. Referem também que há situações e contextos em que existe mais História conhecida e em que a abordagem histórica tem maior relevância, como acontece na Química, com a história da TP, sendo esta uma das situações que dizem privilegiar na elaboração dos ME. Referem ainda que a exploração do contexto histórico deverá ser feita na aula, pelos professores, porque não podem sobrecarregar os manuais com demasiada informação:

“Por isso mesmo é que eu disse que é preciso ir ler o livro do professor. O professor tem obrigação de lá ir ler, porque não há possibilidade de escrever num ME, sob pena de os alunos se perderem, e até os professores se perderem! [...] Mas isso não é possível, como lhe disse, num manual. Qualquer que seja o manual escolar que alguém venha a escrever, não pode! Porque senão perdia-se, perde o fio à meada, não pode! Tem é o dever de o fazer na exploração da aula.” (MFQA3)

Como forma de contornar esta situação, para não sobrecarregar os ME com excesso de informação, os autores referem que utilizam os materiais de apoio complementares ao ME, tais como o caderno do professor e os recursos digitais:

“[...] Os construtores de manuais escolares são confrontados, no mercado e pelos professores, e normalmente o mercado pede simplificação, por vários motivos, e os construtores de manuais escolares tendem a ser minimalistas na interpretação do programa. [...] Mas eu penso que o caminho é ter, pelo menos de uma maneira subsidiada, noutros materiais que não sejam o manual, por exemplo, em recursos digitais complementares, em cadernos de apoio ao professor, em conteúdos na internet ... a tendência poderá ser um pouco essa, para pelo menos nessa parte enriquecer com esses elementos históricos.” (MFQA1)

De uma forma geral, relativamente à inclusão da HC no ensino das ciências, todos os autores entrevistados partilham o ponto de vista de que é importante trabalhar com os alunos a ideia de que o conhecimento científico é uma construção coletiva e que a HC ajuda a desenvolver essa perspetiva:

“Tentamos ser realistas! Mendeleev ficou com a fama, como há sempre na Ciência quem acabe por ficar com o nome sonante e, digamos, o autor ou o cientista que concebeu ou idealizou determinada teoria mas, ele não trabalhou sozinho! Ele apoiou-se ou ‘subiu aos ombros de outros gigantes!’” (MCFQ2)

“[...] As coisas não apareceram assim por um passe de mágica! Que o grande Einstein, que o grande Newton, também não foi tudo assim! Foram caminhando aos ombros de gigantes!” (MCFQ6)

“Mas é importante saber que Einstein se pôs às cavalitas de Newton e que Newton se pôs às cavalitas de Galileu. Isso é muito importante.” (MFQA1)

“Não foi Einstein sozinho que lá chegou! E Maxwell, que está por trás? E os outros todos que estão para atrás? E que lhe deram de mão beijada o material que ele precisava para descobrir o que ele descobriu! Isto é que é fundamental que se diga aos alunos! Ninguém descobre coisas sozinho! Tem é um *insight* extraordinário, como teve Galileu, como teve Newton, como teve Einstein e como tiveram outros! Têm *insights* extraordinários, mas eles têm a honestidade, todos eles tiveram! Mesmo Newton que era muito senhor do seu nariz teve a coragem de dizer: Eu vi mais longe porque subi aos ombros de gigantes!” (MFQA3)

Em síntese, os autores de ME são favoráveis à introdução da HC no ensino das ciências, reconhecendo-lhe diversas vantagens. No entanto, reconhecem algumas dificuldades ou constrangimentos que podem advir da sua utilização tais como programas extensos e o número de aulas disponíveis limitado. Esta dificuldade referida pelos autores já seria de esperar, na medida em

que a extensão dos programas tem sido invocada noutros estudos (Baptista, 2006) como argumento para não introduzir alterações nos ME. Referem ainda que há situações e contextos em que existe mais História conhecida e em que a abordagem histórica tem maior relevância, como acontece na Química com a História da TP, sendo esta uma das situações que dizem privilegiar na elaboração dos ME.

#### 4.3.3 Opiniões de autores de manuais escolares acerca da história da TP incluída em ME

Analisando a tabela 25, em que se apresentam as razões que, segundo os autores entrevistados, os levaram a incluir conteúdo histórico sobre a TP nos seus ME, verifica-se que, todos referem o Programa e as Orientações Curriculares. No entanto, talvez devido às suas diferentes experiências, motivações e sensibilidades, referem também outras razões que influenciaram as suas decisões.

TABELA 25 – Razões apontadas pelos autores para o recurso ao conteúdo histórico sobre a TP

| Aspetos                               | Razões                                              | Autores de ME de 9º ano |       | Autores de ME de 10º ano |       |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                                       |                                                     | MCFQ2                   | MCFQ6 | MFQA1                    | MFQA3 |
| Orientações Programáticas             | Recomendação do programa e orientações curriculares | ✓                       | ✓     | ✓                        | ✓     |
| Importância da TP                     | Acontecimentos históricos                           |                         |       |                          | ✓     |
|                                       | Importância da evolução histórica da TP             |                         | ✓     |                          |       |
|                                       | Importância da maior sistematização da Química      |                         | ✓     |                          |       |
| Construção do conhecimento científico | Compreensão da evolução do conhecimento científico  | ✓                       | ✓     |                          | ✓     |
|                                       | Compreensão do carácter dinâmico da Ciência         |                         |       | ✓                        |       |
| Educação em Ciências                  | Promoção da literacia científica                    |                         |       | ✓                        |       |
|                                       | Construção de uma atitude positiva face à Ciência   |                         | ✓     |                          |       |
|                                       | Motivação                                           | ✓                       |       |                          |       |

As razões apontadas pelos autores para a inclusão nos ME de conteúdo histórico sobre a TP, organizam-se em quatro grupos, cada um deles centrado num aspeto diferente: as orientações programáticas; a importância da TP; a compreensão do processo de construção do conhecimento científico; a educação em ciências.

No que concerne à importância das orientações programáticas, na decisão de inclusão do conteúdo histórico, os autores dos quatro manuais envolvidos neste estudo reconhecem nas



orientações programáticas indicações para utilização da HC nos seus manuais. Transcrevem-se a seguir as suas opiniões:

“As Orientações Curriculares e o Programa [...] que nos pedem para trabalharmos um conjunto de conteúdos [...] E depois há determinadas temáticas em que a História da Ciência terá talvez mais importância, porque há mais História conhecida e que poderá ser interessante para os miúdos do que outras.” (MCFQ2)

“O Programa, embora eu pessoalmente ache que o programa ao nível do Ensino Básico não valoriza muito a História das Ciências ... é a sensação que vou tendo! Vai havendo uma incursão ou outra, vai-se chamando ali uma situação epistemológica de vez em quando, mas não me parece que haja assim um reforço ou incentivo a que os autores e os professores trabalhem muito nessas questões.” (MCFQ6)

“Há alguma insinuação do programa curricular que nos empurrava para isso. A dose de História, nós decidimos pôr um pouco mais do que o programa recomendaria na versão mínima e fizemo-lo pelo conjunto de argumentos que explicitiei anteriormente, com a convicção de que isso é relevante.” (MFQA1)

“Um, era o Programa; outro era porque são coisas que aconteceram historicamente [...] O que o Programa assume é que sempre que possível se deve fazer a abordagem histórica. Sempre que possível! Que ela é desejável, e explica-se porquê. Mas, é claro que na feitura de um manual escolar isso tem de ser tomado em conta por outros fatores: a extensão, o número de aulas disponível para cada conteúdo ou objeto de ensino. Portanto, nós temos que ter esse compromisso. Agora é claro que lhe damos ênfase quando se proporciona, que é o caso da Tabela Periódica ou do modelo atómico...” (MFQA3)

Relativamente ao conjunto de razões relacionadas com a importância da TP, a autora de MCFQ6 salienta a importância da sua evolução histórica no sentido de os alunos perceberem que a TP resultou de um processo de construção ao longo da História, e o facto de ser uma das maiores sistematizações da Química:

“Mas em relação ao manual escolar, a nossa opção de termos incluído esta questão mais histórica da Tabela Periódica, acho que faz todo o sentido! Porque sendo a maior sistematização ou, senão, uma das maiores sistematizações da Química, ela realmente sofreu um processo de evolução com muitos nomes, com muitas ideias! [...] Há aqui um percurso de trabalho, de evolução, de ideias que foram abandonadas, outras que foram incentivadas, que é importante também que os alunos tomem consciência. [...] Está aqui a Tabela Periódica, mas não foi sempre assim, pensou-se muita outra coisa!” (MCFQ6)

Relativamente ao conjunto de razões relacionadas com a importância da TP, três dos autores de ME salientam, como razão para a inclusão do conteúdo histórico sobre a TP, o facto de facilitar a compreensão da evolução do conhecimento científico (MCFQ2, MCFQ6 e MFQA3) e um salienta o facto de evidenciar o seu carácter dinâmico (MFQA1). Seguidamente apresentam-se excertos de entrevistas que ilustram estas posições:

“Mendeleev pegou em conhecimento que já havia e estruturou-o e foi modificando qualquer coisa! [...] É necessário transmitir a ideia de que a Ciência se constrói e que todos nós estamos a contribuir, sabe-se lá, para a construção dessa Ciência com os trabalhos que estamos a desenvolver! Acho que essa dimensão também tem de ser muito bem trabalhada com os miúdos.” (MCFQ2)

“Porque se nós, professores, e depois os alunos, isto é, se toda a gente perceber minimamente como é a Ciência se foi construindo, como é que tudo isto foi evoluindo, o que é que se pensou, o que é que se pensa ... que as coisas não apareceram assim por um passe de mágica!” (MCFQ6)

“E a História da Ciência pode ter um papel importante [...] ao longo da construção do conhecimento científico. [...] Essa é uma abordagem absolutamente prioritária em relação à TP propriamente dita.” (MFQA3)

“[...] de alguma maneira a História da Ciência ajuda a sublinhar esse carácter dinâmico da Ciência como uma construção que atravessou a História e que ainda hoje está a acontecer. [...] Sem perceber essa evolução ao longo da História é de facto muito difícil.” (MFQA1).

São ainda referidas, como razões para a inclusão do conteúdo histórico sobre a TP, razões mais ligadas à educação em ciências, em sentido lato, incluindo o facto de o conhecimento sobre a história da TP servir de motivação para os alunos (MCFQ2), contribuir para desenvolver uma atitude positiva face à Ciência (MCFQ6) e para o desenvolvimento da literacia científica dos jovens (MFQA3), como a seguir se ilustra:

“Um pouco por motivação e para os alunos perceberem. Passando já para o caso da TP, que é dos assuntos onde há realmente uma evolução histórica, que acaba por ser interessante perceber que não nasceu logo assim a TP da forma como está atualmente construída!” (MCFQ2)

“Acho que isso lhes dá uma atitude muito mais positiva perante a Ciência, ou seja, não ficam com a ideia de que a Ciência é uma coisa de génios!” (MCFQ6)

“Nós queremos que os nossos miúdos tenham mais literacia científica, se interessem mais por Ciência... e aí aproveita-se também para fazer um estímulo ao conhecimento científico e à literacia científica geral dos alunos.” (MFQA1)

Seguidamente, na tabela 26, apresentam-se diferentes perspetivas de utilização da História da TP, bem como etapas e cientistas que nela se destacaram, verificando-se que, a este respeito, há diferenças entre os autores que participaram neste estudo.

TABELA 26 – Utilização, por parte dos autores de ME, da história da TP

| Perspetivas de utilização da História da TP | Utilização da HC                                       | Autores de ME de 9º ano |       | Autores de ME de 10º ano |       |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                                             |                                                        | MCFQ2                   | MCFQ6 | MFQA1                    | MFQA3 |
| Momento de utilização da História da TP     | Introdução ao estudo da TP                             | ✓                       |       |                          | ✓     |
|                                             | Finalização do estudo da TP                            |                         | ✓     | ✓                        |       |
| Etapas e cientistas referidos               | Centralidade do trabalho de Mendeleev                  |                         | ✓     |                          |       |
|                                             | Destaque para a contribuição dos vários cientistas     | ✓                       |       | ✓                        | ✓     |
|                                             | Reconhecimento da genialidade do trabalho de Mendeleev |                         | ✓     | ✓                        | ✓     |

No que concerne ao momento em que é feita a integração do conteúdo histórico sobre a TP, os autores entrevistados adotam posições distintas da história da TP. Os autores do MCFQ2 e do MFQA3 recorrem ao conteúdo histórico com a intencionalidade de fazer uma introdução ao estudo da TP, apresentando a versão atual desta como o resultado de um longo processo evolutivo, desde o aparecimento das primeiras tentativas de sistematização dos elementos químicos até ao estágio atual. Por outro lado, os autores do MCFQ6 e do MFQA1 recorrem à HC como finalização do estudo da TP, ou seja, depois da apresentação da TP, tal e qual a conhecemos atualmente, e do estudo da sua estrutura e organização dos elementos químicos. A primeira forma de integração da HC assume-se como um estudo do percurso histórico da TP, numa perspetiva de compreensão da sua evolução. A segunda surge mais como uma questão de satisfação da curiosidade pelo passado histórico da TP. Transcrevem-se a seguir os argumentos que sustentam estas diferentes perspetivas. Como argumentos para a utilização do conteúdo histórico como introdução, os autores do MCFQ2 e do MFQA3 referem que:

“Mas parece-me que aqui, como introdução, o aspeto histórico surge para eles perceberem como é que tudo aquilo evoluiu... que não foi um *flash* de nenhum cientista. A intenção foi tentar cativá-los, como quem conta uma história, como ponto de partida e motivação para a explicação da Tabela Periódica.” (MCFQ2)

“Mas, há momentos em que essa abordagem até deve ser prioritária em relação a outras! [...] Essa é uma abordagem absolutamente prioritária em relação à Tabela Periódica propriamente dita. [...] Para eles perceberem que foi desde 1828 até 1940 que as pessoas mexeram na Tabela Periódica, tentaram dar-lhe outra organização [...]” (MFQA3)

Como argumentos para a utilização do conteúdo histórico da TP como finalização do estudo, os autores do MCFQ6 e do MFQA1 referem que:

“Na estrutura do manual escolar e, na sequência do que vinha para trás, nós vamos mais ou menos trabalhando as questões atuais, explicamos os grupos e os períodos, por aí fora.

E achamos que esta questão histórica, que podia, naturalmente poderia, ter aparecido à cabeça: - vamos começar lá atrás e vamos desfiando até à atualidade! Mas, na sequência do que estávamos a trabalhar pareceu-nos mais oportuno, explicar aquilo que está cá, aquilo que é a atualidade, que está algures numa lona pendurada numa sala, que os alunos vêm e olham. Mas depois desconstruir a ideia no sentido de: Ok, estão a ver? Está assim mas, começou de outra forma, nem sempre foi assim. (MCFQ6)

“Há sempre duas grandes hipóteses e, depois também há hipóteses misturadas, que é fazer o ensino de determinado conceito ou um determinado contexto de aprendizagem química emulando a História e os passos da História ou, pelo contrário, fazendo essa incursão da História de uma forma mais recursiva, que pode até ser no final, como nós fizemos. O ensino CTSA como ele se nos oferece, como alternativa, é mais propício a esse segundo mecanismo, ou seja, nós temos como início de conversa o questionamento, a resolução de problemas, o contexto que vivemos, e é depois, a partir daí, que vamos buscar as questões, quer mais conceptuais, quer mais as de História da Ciência. Portanto, terá sido essa a nossa opção. O que no caso da Tabela Periódica funciona melhor, até porque a história da Tabela Periódica é relativamente sinuosa, quer dizer tem alguma linearidade: os métodos, as Tríades, as Oitavas, depois o Mendeleev, mas é um processo que me parece menos linear cronologicamente do que a História do Átomo.” (MFQA1)

Quanto à forma de inclusão e referência às diferentes etapas e cientistas que se destacaram na História da TP, os autores adotam também duas formas distintas de o fazer: destacarem apenas o trabalho de Mendeleev (MCFQ6), seguindo, neste caso, um tipo de abordagem muito comum entre manuais de 9º ano de escolaridade, conforme já constatado na secção (4.2) desta dissertação; destacarem várias etapas e cientistas que se evidenciaram na História da TP (MCFQ2, MFQA1 e MFQA3), seguindo neste caso um tipo de abordagem que é mais frequente entre ME destinados aos alunos do 10º ano de escolaridade. Seguidamente, passam a ilustrar-se as justificações para estas decisões, começando-se por apresentar a posição da autora de MCFQ6, que relativamente à centralidade do trabalho de Mendeleev:

“[...] E achamos que nesta questão da Tabela Periódica, embora fosse importante esta referência histórica, que se calhar tínhamos que optar. E porquê o Mendeleev? A ideia foi porque ele realmente trabalha a questão das leis periódicas que, de alguma maneira, se aproximam um bocadinho mais daquilo que é a Tabela Periódica atual. Tínhamos as Tríades, tínhamos a Lei das Oitavas, tínhamos muito lá atrás o Dalton... mas achámos que esse percurso, embora não o despromovendo, poderá ser por ventura um desafio que o professor depois pode fazer. Então, vamos perceber o que é que ficou ainda mais lá para trás e de que forma se relaciona com o que temos atualmente. Nós deixamos este aperitivo por ser aquele que nos parece mais próximo do que fomos trabalhando.” (MCFQ6)

Sobre esta perspetiva de abordagem, a autora de MCFQ6 refere como vantagens as seguintes:

“A vantagem mais residual é, no fundo, embora trabalhando um bocadinho no passado, mas é um passado mais perto daquilo que é atualmente a organização da Tabela Periódica.” (MCFQ6)

No entanto, a autora de MCFQ6 reconhece também desvantagens nesta forma de apresentação da história da TP, tal como a seguir se ilustra:

“De alguma maneira podemos passar aos alunos uma ideia que não é totalmente certa, de que estamos a ‘endeusar’ este Sr. e que ele, por um passe de mágica, descobre a Tabela Periódica. Ele faz um trabalho de evolução face aquilo que se pensava e que se conhecia. Mas, não foi o primeiro a prever que ia haver novos elementos ... mas não foi o primeiro a prever que havia relações entre eles. O trabalho dele também se baseia em trabalhos anteriores. E nesse sentido, pode ser uma desvantagem, não só os alunos ficarem com a ideia de que tudo começou aqui, quando isso de facto não é verdade. E, outra desvantagem é os professores não terem oportunidade de os levarem um bocadinho lá mais para trás, porque nós também não propomos nenhuma atividade nem nenhuma incursão nesse sentido mais histórico.” (MCFQ6)

No que concerne aos autores que incluíram diversas etapas e cientistas, ilustram-se de seguida as posições de MCFQ2, MFQA1 e MFQA3:

“Tentamos ser realistas! Mendeleev ficou com a fama, como há sempre na Ciência quem acabe por ficar com o nome sonante e, digamos, o autor ou o cientista que concebeu ou idealizou determinada teoria, mas ele não trabalhou sozinho! Ele apoiou-se ou ‘subiu aos ombros de outros gigantes’! Ele pegou em conhecimento que já havia e estruturou-o e foi modificando qualquer coisa! Acho que é preciso fazer ver bem aos miúdos que não é um luminoso que é o autor sozinho... raramente! É necessário transmitir a ideia de que a Ciência se constrói e que todos nós estamos a contribuir, sabe-se lá, para a construção dessa Ciência com os trabalhos que estamos a desenvolver! Acho que essa dimensão também tem de ser muito bem trabalhada com os miúdos.” (MCFQ2)

“Baseámo-nos na bibliografia normal para isso, embora, por exemplo, não tenhamos aprofundado uma questão que está em cima da mesa que é a eventual não centralidade de Mendeleev ou pelo menos o paralelo com outras pessoas que podem ter feito trabalho equivalente. [...] Há quem ache que Mendeleev não foi, para já tão ... Enfim, genial foi de certeza! Como em tudo em Ciência, foi trabalho sucedâneo... Ele foi aos ombros de muitos outros e até concomitantemente na História, outras pessoas em paralelo terão feito exercícios equivalentes. Confesso que não houve nenhuma investigação original e fomos para aquilo que era mais estandardizado e mais aceite na comunidade científica.” (MFQA1)

“Nós aqui, ao explicitarmos as datas, foram as datas mais importantes, mais significativas [...] Estes foram aqueles que se salientaram mais, que se destacaram. Mas houve milhares de outros que trabalharam também na Tabela Periódica e que propuseram outros modelos, que não tiveram a importância que estes tiveram mas que, com certeza também deram o seu contributo. [...] E os outros todos que estão para atrás? E que lhe deram de mão beijada o material que ele precisava para descobrir o que ele descobriu! Isto é que é fundamental que se diga aos alunos! Ninguém descobre coisas sozinho! [...]” (MFQA3)

Por último, relativamente à questão da eventual genialidade associada a Mendeleev, os autores entrevistados salientam diferentes aspetos. Assim, a autora de MCFQ6 diz não ter intenção de salientar a genialidade de Mendeleev, mas reconhece que a perspetiva transmitida pelo seu manual poderá ser

entendida pelos alunos nesse sentido. No entanto, reconhece que Mendeleev desempenhou um papel inovador, na construção da TP. Apresenta-se de seguida esta perspetiva:

“[...] O facto de nós nos focarmos em Mendeleev e de alguma maneira sublinharmos a genialidade de algo que esteve subjacente a este processo, não era, embora aqui eu perceba que isso possa ser pensado assim, ‘endeusar’ o Mendeleev! Porque realmente ele fez um trabalho que se destacou dos anteriores! Ele não manteve a linha de raciocínio que alguns anteriormente tinham desenhado para a Tabela Periódica! Portanto, a periodicidade dos elementos não era propriamente óbvia lá mais atrás! Ele dá um passo à frente! [...] Há aqui uma situação de evolução e Mendeleev destacou-se naquilo que fez. Por que é que se destacou relativamente aos outros? [...] Porque aquilo que nós hoje ainda aceitamos como a Tabela Periódica, a forma como nós a lemos e interpretamos, vive muito daquilo que ele na altura dizia que era a Tabela Periódica. Obviamente que hoje há evoluções, sabemos mais coisas, mas há efetivamente aqui os períodos, os grupos, o Z, é o que nós hoje aceitamos. “ (MCFQ6)

Ainda no que concerne à utilidade didática da eventual genialidade associada a Mendeleev, os autores de MFQA1 e MFQA3 sublinham aspetos diferentes. Enquanto o autor de MFQA1 defende que a genialidade de Mendeleev pode ser aproveitada para levar os alunos a desenvolverem o gosto pelas ciências, sublinhando a importância da criatividade e da genialidade do processo científico, as autoras de MFQA3 argumentam que a genialidade de Mendeleev poderá ser aproveitada para explicar aos alunos por que é que ele se distinguiu dos seus antecessores. Estas opiniões são ilustradas de seguida:

“Admito, não sendo especialista no assunto, que o Mendeleev tenha tido mais colaborações e mais pessoas perto dele e fora dele que tivessem chegado ... Mas a genialidade, quanto a mim, tem dois objetivos: um, de reconhecimento óbvio principalmente pela questão ... eu associo muito a genialidade àqueles buracos, a capacidade de prever o que ali viria, com a insipiência que existia do ponto de vista experimental e do conhecimento do átomo e dos elementos. E aí há de facto genialidade! Depois, é capaz de haver também um certo empolamento do caso para associar a importância da criatividade e da genialidade ao próprio processo científico. [...] A genialidade científica e a genialidade do Mendeleev, concretamente pelo facto de ter deixado buracos vazios. Isso é uma coisa que os alunos percebem e que é importante dizer: a capacidade científica de prever o que ali vem é, de facto, relevante [...] (MFQA1)

“O trabalho dele foi de génio ... Por que é que ele se diferencia dos outros? [...] À capacidade de previsão! Sobretudo previsão! Ele sentia que havia uma coerência extraordinária naquele sistema de classificação que utilizou e dizer: Isto aqui não bate certo, ou nem há lugar para eles mas vai haver! É de génio! Prever que vai existir é realmente qualquer coisa de génio!” (MFQA3)

Neste ponto, não pode deixar de se constatar que, estes autores (MCFQ6 e MFQA1) nem sempre apresentam conceções de utilização de HC no ensino das ciências concordantes com as suas práticas de escrita de ME. Assim, embora estes autores, quando entrevistados, revelem preocupação com uma adequada utilização da HC no ensino das ciências e estejam sensibilizados para os aspetos históricos da TP, nos seus ME não usam a HC da forma mais adequada, nem em qualidade nem em

quantidade. Na verdade, a autora de MCFQ6, no respetivo ME, salienta a centralidade de Mendeleev na criação da TP como uma criação notável na HC. Por seu turno, o autor de MCFQA1, embora referindo várias etapas da TP no seu ME, fá-lo numa perspetiva muito minimalista da abordagem histórica da TP. Em síntese, relativamente às opiniões dos autores de ME acerca da exploração da abordagem histórica da TP no ensino das ciências, constata-se que são apresentadas como razões: a necessidade de o ME constituir um recurso pedagógico-didático de acordo com as recomendações do Programa e Orientações Curriculares; a importância da TP e da sua evolução histórica para a compreensão da sua construção, dado tratar-se de uma das maiores sistematizações da Ciência; o facto de a sua evolução histórica ajudar na compreensão da construção do conhecimento científico e na apreensão do carácter dinâmico das ciências; o facto de poder ser usada como motivação, de forma a contribuir para a promoção da literacia científica e da construção de uma atitude positiva face às ciências.

Quanto à forma como são integrados os conteúdos históricos sobre a TP, os autores referem dois tipos distintos de integração: a utilização do conteúdo histórico sobre a TP é feita numa perspetiva de introdução ao seu estudo, com o intuito de levar os alunos a compreenderem o percurso evolutivo da TP até ao estado atual; a utilização do conteúdo histórico sobre a TP é feita numa perspetiva de finalização do seu estudo, com o intuito de levar os alunos a perceber que nem sempre a TP foi como a conhecemos atualmente, e ficarem a saber o que ficou para trás, numa perspetiva de curiosidade ou mesmo deslumbramento pelas Ciências que estudam. Neste ponto salienta-se que, o Programa de Física e Química A de 10<sup>º</sup> reconhece expressamente a necessidade de “referir a contribuição do trabalho de vários cientistas para a construção da Tabela Periódica até à sua organização atual” (DES, 2001, p. 30). Por outro lado, as OCCFN para o 3<sup>º</sup> ciclo do ensino básico, têm um carácter mais vago, no sentido em que remetem para a necessidade do desenvolvimento das competências relacionadas com o conhecimento epistemológico (DEB, 2001a). Contudo, refere-se também a necessidade de se “conhecer relatos de como ideias importantes se divulgam e foram aceites e desenvolvidas, ou foram rejeitadas e substituídas” (DEB, 2001b, p.130). Embora, em nossa opinião, a abordagem pedagógica da TP constitua um contexto preferencial para o desenvolvimento das competências relacionadas com o conhecimento epistemológico, esta perceção pode não ser a da maioria dos autores de ME, que podem ter uma formação menos aprofundada em HC. Assim, reconhece-se que o conteúdo histórico da TP, apresentado nos ME está muito dependente da sensibilidade dos autores em relação à utilização da HC no ensino das ciências.

Relativamente à utilização das diferentes etapas e cientistas que se destacaram no estudo da TP, surgem também dois tipos de abordagens da HC: destaque apenas para Mendeleev, utilizando

como argumento a importância e a centralidade do seu trabalho; destaque para a contribuição de vários cientistas que deram o seu contributo. Como justificação do primeiro tipo de abordagem, mais comum entre ME de 9º ano, salientam as limitações em termos do número de páginas e o facto de Mendeleev ser aquele que está mais próximo da atual organização periódica. Como argumentos justificativos da segunda perspetiva de abordagem, salientam a relevância da história da TP em termos de contribuição para a construção do conhecimento científico.

Por último, os autores entrevistados salientam ainda que, embora considerem que a visão histórica sobre a TP a transmitir aos alunos deve ser coerente com a ideia de que a evolução das ciências resulta de uma construção coletiva e não da ação isolada de grandes homens, tal como defendido por Cachapuz, Praia & Jorge (2002), não podem deixar de sublinhar a genialidade associada a Mendeleev.

#### ***4.3.4 Opiniões de autores de manuais escolares sobre a exploração e utilização de analogias históricas no ensino das ciências e no estudo da Tabela Periódica***

Relativamente às opiniões de autores de ME sobre a exploração e utilização de analogias históricas no ensino das ciências e no estudo da TP apresenta-se, na tabela 27, a posição dos autores a este respeito.

TABELA 27 – Relevância atribuída pelos autores de ME ao uso de analogias no estudo da TP

| Tipo de analogias    | Reconhecimento da relevância | Autores de ME de 9º ano |       | Autores de ME de 10º ano |       |
|----------------------|------------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                      |                              | MCFQ2                   | MCFQ6 | MFQA1                    | MFQA3 |
| Analogias históricas | Sim                          | ✓                       | ✓     | ✓                        |       |
|                      | Não                          |                         |       |                          | ✓     |
| Outras analogias     | Sim                          | ✓                       | ✓     | ✓                        |       |
|                      | Não                          |                         |       |                          | ✓     |

Da análise da tabela 27, ressalta que todos os autores entrevistados, à exceção das autoras do MFQA3, reconhecem relevância na utilização e exploração de analogias, quer no que diz respeito às analogias históricas que ficaram associadas à TP, quer no que diz respeito a outro tipo de analogias, mais relacionadas com a compreensão da organização e estrutura dessa tabela. Seguidamente apresenta-se, a título de exemplo, a opinião da autora de MCFQ2 que é favorável à utilização de analogias:



“Tudo o que é muito abstrato ou muito teórico pode ser difícil! Os alunos fixam sem estarem a pensar e sem perceberem, e acabam por não entender a sequência ou a evolução disso tudo. Se nós, de vez em quando, formos conseguindo meter uma analogia ou qualquer coisa que quebre um pouco o sério, isso ajuda. E todos nós sabemos que as analogias, que é preciso muito cuidado com elas, mas a verdade é que elas ajudam a perceber e a ver as conceções que se estão a tentar transmitir teoricamente! É quase como uma imagem! Um texto corrido sem imagens fica muito massudo! [...] Portanto, uma ou outra analogia pelo meio, se é que elas existem! Claro que não fomos nós que as inventámos! Achámos que seria interessante, tornaria esta parte da História da Ciência mais leve e ajudava a articular.” (MCFQ2)

Esta opinião da autora de MCFQ2 encontra fundamento nos argumentos apresentados por diversos autores referidos por Duarte (2005) que defendem a utilização de analogias nos livros de texto, salientando o facto de que as analogias podem mudar a linguagem do manual, tornando-a mais compreensível e atrativa, e que, de uma maneira geral, facilitam a aprendizagem; promovem uma codificação mais rápida da informação e a sua mobilização; ativam estruturas cognitivas; aumentam a imaginação do aluno, ajudando à formação de imagens mentais que facilitam a construção de novas estruturas conceptuais.

Por outro lado, as autoras do MFQA3 apresentam uma posição de algum ceticismo relativamente à utilização e exploração de analogias em ME baseada no perigo de os alunos não entenderem as analogias. Ilustra-se de seguida esta posição:

“São perigosíssimas! São perigosas, percebe? [...] Nós temos que rodeá-las de maneira a que a coisa não ofereça esses perigos ou que se passe por eles de maneira um bocadinho como gato sobre brasas. “ (MFQA3)

A posição das autoras do MFQA3 relativamente aos perigos da utilização de analogias no ensino das ciências também é consistente com os alertas apresentados por Duarte (2005) que salienta o risco de a analogia poder ser interpretada como o conceito em estudo, ou dela serem apenas retidos os detalhes mais evidentes e apelativos, sem se chegar a atingir o que se pretendia.

Apesar de, na sua maioria, os autores serem favoráveis à utilização de analogias, constatou-se, através do estudo realizado com os ME (na secção 4.2), e das entrevistas realizadas aos autores que, em alguns casos, embora os autores reconheçam como relevante a utilização das analogias, nos seus manuais acabaram por não as utilizar. Verifica-se assim que, entre os autores de ME entrevistados, não existe concordância entre as suas conceções de utilização de analogias no ensino das ciências e as suas práticas de escrita nos ME. A principal razão apontada para este desfasamento relaciona-se com o facto de sentirem que têm que cumprir com os compromissos editoriais relativamente ao número de páginas e, por essa razão, terem de fazer opções na seleção de assuntos a desenvolver. Seguidamente

ilustra-se este ponto de vista com a autora do MCFQ6, que tem uma opinião muito favorável em relação às analogias mas que, contudo, no seu ME não as utiliza:

“Eu tenho uma opinião muito própria sobre isso: eu acho que a exploração de analogias para o ensino das ciências, muitas vezes é necessária. ... é interessante para eles, nomeadamente no ensino básico! Porquê? Porque, agora vamos a Piaget! Há quem goste e quem não goste, e eu gosto bastante! E ele dizia que os alunos neste nível de desenvolvimento ... o estado de desenvolvimento cognitivo deles é muito concreto. Quer isto dizer o quê? Que eles tinham que ver, que tocar, que conseguir estabelecer comparação com algo que fosse óbvio, ou fosse do dia a dia. Isso, realmente é importante! [...] Agora, por que razão não utilizamos analogias? Porque não tínhamos margem para ... Em termos de mancha, de página de manual, não tínhamos, de facto, mais oportunidade de desenvolver estas questões. Agora, enfim, no futuro, pode ficar uma dica. De facto, esta entrevista pode-me sensibilizar para isso! Porventura, no caderno de atividades propor alguma situação de investigação, dando pistas, e os alunos construirão um trabalho de investigação em torno disso. Mas acredito que no manual escolar, numa próxima edição, não tenhamos muita margem para essas questões, que são importantes e que ajudam a compreender tudo isto.” (MCFQ6)

Também o autor de MFQA1 manifesta uma posição favorável relativamente ao uso de analogias e, embora não as utilize no seu ME (apontando também como razão a necessidade de cumprir com o número de páginas disponíveis), reconhece que essa seria uma alteração que poderia introduzir aquando de uma próxima revisão do seu manual:

“Penso que são muito importantes. As analogias em geral, também as históricas e as que foram usadas ao longo da História são importantes [...] Poderia haver, poderia haver ... Mais uma vez é um exercício: numa página A4 o que é que conseguimos pôr? E não terá cabido lá isso! Mas por acaso, no 9ºano, temos uma experiência editorial onde eu acho que falamos disso. Porque os miúdos acham mais graça e, enfim, essa ideia desse tipo de metáforas é curiosa. Mas é também um assunto que eu admito que podíamos, talvez com mais um paragrafzito só, incluir e colmatar.” (MFQA1)

Ainda relativamente ao uso de analogias e à relevância que lhe é atribuída pelos autores de ME salienta-se a opinião da autora do MCFQ2 que, embora utilize no seu manual, quer as analogias históricas associadas à TP, quer analogias mais relacionadas com a compreensão da estrutura e organização da TP, reconhece alguma dificuldade na forma de apresentar as analogias nos ME. Esta dificuldade relaciona-se, segundo ela, com o facto de o ME não permitir um *feedback* imediato relativamente à forma como a analogia é compreendida pelos alunos. Ilustra-se a seguir esta opinião:

“Eu uso bastante as analogias. Acho que ajuda muito. Agora, temos que ter muita cautela com a utilização das analogias. Se for explicada, oralmente, numa aula, nós estamos um pouco a ter o *feedback* dos alunos, e a ver até que ponto eles poderão ou não estar a perceber... Já poderemos ter um bocadinho mais a ideia se, efetivamente, a analogia que nós achamos que resulta, mas que pode estar a trazer conceções alternativas aos miúdos ou não ter sido bem passada ... No papel, torna-se mais complicado. Temos que ter muitas cautelas na forma como a apresentamos.” (MCFQ2)

A respeito da utilização de analogias em ME, alguns estudos de investigação referem que há necessidade de se verificarem algumas condições quando se pretende promover a aprendizagem através de analogias presentes em livros de texto, nomeadamente: os alunos poderem interatuar com a analogia (Alesandrini & Rigney, 1981); as razões para o uso da analogia devem ser bem explicitadas (Curtis & Reigeluth, 1984); as analogias devem poder ser explicadas em interação com o professor (Bean, Searles & Cowen, 1990); as limitações da analogia devem ser bem explicitadas (Glynn, 1991).

Relativamente às razões apontadas pelos autores de ME para o uso de analogias no ensino das ciências, todos os autores entrevistados afirmaram que as analogias são necessárias, importantes e/ou úteis no ensino das ciências, tendo justificado isso com base em quatro razões (TABELA 28).

TABELA 28 – Razões apontadas pelos autores de ME para o uso de analogias no ensino das ciências

| Razões                                                             | Autores de ME de 9º ano |       | Autores de ME de 10º ano |       |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                                                                    | MCFQ2                   | MCFQ6 | MFQA1                    | MFQA3 |
| Ajudam a estabelecer a ligação entre modelos e conceitos abstratos |                         | ✓     |                          | ✓     |
| Ajudam a transmitir conceitos                                      | ✓                       | ✓     |                          |       |
| Ajudam a despertar a curiosidade e a motivação                     | ✓                       |       | ✓                        |       |
| Ajudam a desenvolver o espírito crítico                            |                         |       | ✓                        |       |

Analisando a tabela 28 ressalta que, entre as razões apontadas pelos autores entrevistados encontramos quatro razões: ajudarem a estabelecer a ligação entre modelos e conceitos abstratos; ajudarem a transmitir conceitos; ajudarem a despertar a curiosidade e a motivação; possibilitarem o desenvolvimento do espírito crítico. Apresentam-se de seguida estes pontos de vista defendidos pelos autores entrevistados:

“Portanto, uma ou outra analogia [...] Achamos que seria interessante e tornaria esta parte da HC mais leve e ajudava a articular. Um aluno que consiga pegar no manual [...] Ao fazer uma leitura e trabalhar o manual escolar, acho que ele consegue entrar melhor na mensagem que se está a querer passar.” (MCFQ2)

“Embora eu entenda que quanto mais abstrata for uma ideia, maior é a necessidade que eu tenho de ir buscar modelos, de ir buscar analogias. [...] Temos é que ter cuidado e certificarmo-nos que eles estão a perceber mesmo que aquilo é uma tentativa de eu explicar uma realidade e de os ajudar a estruturar um conhecimento que eu julgo que para eles não é tão óbvio nem tão imediato naquela fase!” (MCFQ6)

“Penso que são muito importantes. As analogias em geral, também as históricas e as que foram usadas ao longo da História são importantes [...]” (MFQA1)

“Muito úteis! Nós utilizamos as analogias para trampolim, para ponte de ... para estabelecer um conceito, para uma coisa que seja mais viável, mais palpável para eles! [...] Muito úteis, em determinados aspetos, sobretudo quando eles não têm ainda capacidade de abstração, mas ter sempre o cuidado de explicar que aquilo não é a realidade. Senão eles ficam com a analogia na cabeça e não o conceito.” (MFQA3)

Da análise destes excertos de entrevistas constata-se que, apesar de todos os autores reconhecerem vantagens na utilização deste recurso, também lhe atribuem algumas desvantagens que, segundo eles, poderão ser especialmente problemáticas no caso de não haver tempo de as trabalhar bem, de modo a que os alunos percebam as diferenças e as semelhanças entre a analogia e o que se pretende explicar com ela. Por outro lado, todos os autores defenderam que há razões para a não utilização de analogias em ME de ciências.

Seguidamente, apresentam-se na tabela 29, razões que os autores entrevistados referem para a não utilização dessas analogias nos seus ME.

TABELA 29 – Razões apontadas pelos autores de ME para a não utilização de analogias nos ME

| Razões                                                                      | Autores de ME de 9º ano |       | Autores de ME de 10º ano |       |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                                                                             | MCFQ2                   | MCFQ6 | MFQA1                    | MFQA3 |
| Compromissos editoriais relativamente ao número de páginas                  |                         | ✓     | ✓                        |       |
| Necessidade de cuidados na forma como a analogia deve ser apresentada no ME | ✓                       | ✓     | ✓                        | ✓     |
| Dificuldade de explicar a analogia nos ME                                   | ✓                       |       |                          |       |
| Risco de criar conceções alternativas nos alunos                            | ✓                       | ✓     |                          |       |
| Risco de a analogia poder bloquear aprendizagens futuras                    |                         | ✓     |                          |       |
| Desconhecimento de relevância na exploração de analogias históricas         |                         |       |                          | ✓     |

Da análise da tabela 29 ressalta que todos os autores consideram que as analogias são perigosas e requerem cuidados na forma como devem ser apresentadas nos ME. Salienta-se, também, que os autores de MCFQ6 e MFQA1 referem a necessidade de gerir compromissos editoriais como fator limitativo da não utilização de analogias nos seus ME, tal como se passa a transcrever:

“Em termos de mancha, de página de manual, não tínhamos de facto mais oportunidade de desenvolver estas questões.” (MCFQ6)

“Mais uma vez é um exercício: numa página A4 o que é que conseguimos pôr e não terá cabido lá isso!” (MFQA1)

Ainda relativamente às desvantagens, todos os autores consideram que as analogias podem ser perigosas se não forem bem trabalhadas com os alunos, na medida em que os alunos podem

confundir a analogia com o conceito que se pretende transmitir. Ilustram-se a seguir este aspeto com as opiniões dos autores MFQA1 e MFQA3:

“[...] Ainda que o professor deva ter sempre o cuidado, quando faz a ponte analógica, identificar qual é o conceito alvo e qual é o conceito analógico e deve sempre fazer o exercício no final de sublinhar as incompletudes da analogia. Portanto, os *weakpoints*, os pontos fracos das analogias é muito importante sublinhá-los porque não há analogias perfeitas. E até dar ao aluno o sentido crítico de criticar a analogia, dizendo o que é que dali está correto nessa ponte entre o conceito alvo e o conceito análogo, e o que é que deveria ser esclarecido.” (MFQA1)

“[...] É muito difícil para os miúdos de determinada idade a gente estar a fazer analogias porque depois eles decoram as coisas que acham graça!” (MFQA3)

Os autores consideram ainda que um dos problemas relacionados com a utilização de analogias resulta do facto de estas poderem criar nos alunos concepções alternativas (MCFQ2 e MCFQ6) que podem bloquear aprendizagens futuras (MCFQ6). Transcrevem-se a seguir estas opiniões:

“[...] A analogia que nós achamos que resulta, mas que pode estar a trazer concepções alternativas aos miúdos ou pode não ter sido bem passada ... No papel, torna-se mais complicado. Temos que muitas cautelas na forma como a apresentamos.” (MCFQ2)

“A questão é que muitas vezes essas nossas analogias ou modelos, se não forem bem trabalhados, podem criar nos alunos, concepções erradas, o que é dramático! Eu não só não os ajudo a perceber aquela questão que estou ali a tentar trabalhar como também posso bloquear aprendizagens futuras.” (MCFQ6)

Salienta-se ainda que a autora do MCFQ2 refere o facto de haver necessidade de um *feedback*, tal como acima se transcreveu, no sentido de se perceber se a analogia está ou não a ser percebida e, eventualmente, no contexto da sala de aula, haver uma reformulação ou explicação adicional. Assim, no ME torna-se mais complicado apresentar as analogias, pois estas requerem mais cuidados na forma como devem ser apresentadas. De certa forma, esta ideia de que na aula se torna mais fácil (do que no ME), trabalhar a analogia dado que o professor tem um *feedback* imediato no sentido de perceber se a analogia proposta está, ou não, a chegar aos alunos, é apoiada por estudos de investigação que constatarem que as analogias surgem de forma espontânea, muitas vezes não estruturada, ou mesmo improvisada (Ângelo, 2000; Ferraz & Terrazzan, 2003; Leite & Duarte, 2004; Oliva, 2003) no contexto da sala de aula.

Por último, relativamente às analogias utilizadas no estudo da TP, apresenta-se na tabela 30 um resumo das analogias usadas pelos autores entrevistados, nos seus manuais. Verifica-se a este respeito que o recurso à utilização de analogias é escasso e pontual, tal como já tinha sido constatado no estudo desenvolvido com ME.

TABELA 30 – Analogias utilizadas pelos autores de ME na TP

| Tipo de Analogias    | Analogias                                 | Autores de ME de 9º ano |       | Autores de ME de 10º ano |       |
|----------------------|-------------------------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                      |                                           | MCFQ2                   | MCFQ6 | MFQA1                    | MFQA3 |
| Analogias históricas | Parafuso telúrico/Caracol de Chancourtois | ✓                       |       |                          |       |
|                      | Lei das oitavas de Newlands               | ✓                       |       |                          |       |
| Outras analogias     | A TP como Biblioteca                      | ✓                       |       |                          |       |
|                      | A TP como Reino Periódico                 |                         |       |                          | ✓     |

Da análise da tabela 30 pode constatar-se que, dos autores de ME questionados sobre a utilização de analogias históricas associadas à TP, apenas a autora do MCFQ2 afirma recorrer à utilização de analogias que ficaram associadas à história da TP. Esta autora referiu que, no seu manual, incluiu a analogia entre o modelo proposto por Alexandre de Chancourtois e o Parafuso Telúrico ou o Caracol de Chancourtois e a analogia entre o modelo proposto por Newlands, que ficou conhecido por Lei das Oitavas, e as notas da escala musical. Apresentam-se a seguir os argumentos da autora do MCFQ2 para a utilização das analogias históricas associadas à TP:

“[...] achamos que seria interessante e tornaria esta parte da HC mais leve [...]” (MCFQ2)

Relativamente à questão das analogias históricas relacionadas com a TP, salienta-se que as autoras do MFQA3, questionadas sobre a não utilização de analogias históricas na evolução da TP (como por exemplo a analogia entre a Lei das Oitavas e as notas da escala musical), não reconhecem esta comparação estabelecida por Newlands como sendo uma analogia e, por essa razão, não a utilizam nos seus ME. Seguidamente passa a ilustrar-se este ponto de vista:

“A analogia com a escala musical é feita por outrem. Não foi ele próprio, autor da Lei das Oitavas que fez a analogia! ... Não foi o próprio autor. Foi na comunidade a quem ele apresentou a lei dele, que sugeriu que se calhar aquilo tinha a ver com a música. [...] Quando apresentou essa distribuição alguém disse: que interessante, isto é parecido com as oitavas da música!... Isso nem sequer é uma analogia! Isso não é uma analogia! Isso é uma constatação de uma semelhança entre uma escala musical e uma coisa que um senhor encontrou, uma periodicidade ao fim de oito! É uma constatação, nem é uma analogia! [...] Na aula, isso é uma coisa que é interessante falar! Mas não é uma coisa que adiante muito em relação aos alunos! Adianta mais dizer aos alunos que ao fim de oito elementos ele notava que havia uma repetição de propriedades, e foi ele que iniciou o período, a noção de período. Isto é muito mais importante do que estar a referir a semelhança que havia com as notas musicais, porque não passa daí! E começou a ter a noção que havia a repetição e o período! Foi ele o iniciador da noção de período. Isso em termos da história da Tabela Periódica é muito mais importante!” (MFQA3)

Relativamente a outras analogias relacionadas com a TP, a autora do MCFQ2, questionada sobre a utilização no seu ME de uma analogia entre a organização dos elementos na TP e a organização dos elementos numa biblioteca, refere que esta analogia serve para ilustrar a ideia da compreensão da organização e estrutura da TP, tal como se passa a ilustrar:

“A analogia da Tabela Periódica com a Biblioteca, eu achei-a muito interessante. A primeira vez que a vi pensei: realmente está aqui tudo organizado! A organização dos livros e a organização dos elementos! Para nos fazer ver que a Tabela Periódica é importante. Nós, através dessa organização, conseguimos já prever determinadas propriedades que os elementos possam ter. Foi um pouco nesse sentido da importância da organização.” (MCFQ2)

Também as autoras do MFQA3, apesar de desvalorizarem a utilização de analogias no ensino das ciências, reconhecendo-lhes inúmeros riscos, recorrem à utilização de uma analogia (já referida na secção 4.2 deste estudo) entre a TP e o Reino Periódico. Esta analogia, presente no caderno de atividades que acompanha o MFQA3, foi aí inserida com a intenção de proporcionar a alunos e professores um ponto de ligação entre a Ciência que os alunos estudam e a necessidade do desenvolvimento de competências sociais tais como a solidariedade e o espírito de entreatajuda. De acordo com as autoras do MFQA3, esta analogia permite ainda realçar um lado poético e romântico dos alunos, tal como se passa a transcrever:

“Essa é uma das coisas deliciosas que temos no nosso livro! Claro que não é nossa! É do Atkins! Isto é uma visão de sonho! É uma delícia! Pois, é que esta imagem pareceu-me extremamente sugestiva para pegar naquilo que de romântico ou de poético existe ainda dentro da alma dos alunos e fazê-los olhar para isto como seja realmente uma coisa muito ... um reino extraordinário, de uma riqueza extraordinária! E que apesar dos povos desse reino serem todos tão diferentes se completam, têm as suas propriedades individuais... Eles por si resolvem muitos problemas sozinhos mas, se calhar, precisam de se ligar uns aos outros para certas guerras e para resolver certos problemas. Isto é de génio, quem escreveu isto, e nós achamos isto de uma beleza extraordinária para dar essa perspetiva! Daí ela ter aparecido aqui. Foi isso. É muito bonita.” (MFQA3)

Em síntese, poderemos constatar que todos os autores entrevistados, à exceção das autoras do MFQA3, reconhecem interesse e relevância na utilização de analogias, quer no ensino das ciências, quer no caso específico do estudo da TP.

Relativamente à utilização de analogias em ME, os autores reconhecem algumas vantagens tais como tornar a linguagem do ME mais atrativa, ajudar a estabelecer a ligação entre modelos e conceitos abstratos, despertar a curiosidade e a motivação e ajudar a desenvolver o espírito crítico. Mas, referem também alguns riscos associados à utilização de analogias nos ME como o facto de existir a possibilidade de a analogia criar nos alunos concepções alternativas e de estas poderem constituir obstáculos a aprendizagens futuras, ou mesmo o risco de os alunos confundirem a analogia

com o conceito em estudo. Pelas razões expostas, os autores reconhecem dificuldades na forma de explicar a analogia e, reconhecem ser necessários cuidados na forma como a analogia deve ser apresentada nos ME. Por outro lado, um aspeto muito referido por todos os autores entrevistados é o facto de estarem sujeitos aos compromissos editoriais no que concerne ao número de páginas do ME. Desta forma, os autores acabam por ter de fazer opções sobre conteúdos a inserir e, dada a dificuldade em trabalhar com analogias, acabam muitas vezes por não as referir.

Diversos autores salientam algumas condições que devem ser observadas quando se pretende promover a aprendizagem através de analogias presentes em livros de texto, nomeadamente: os alunos poderem interatuar com a analogia apresentada (Alesandrini & Rigney, 1981); as razões para o uso da analogia devem ser explicitadas (Curtis & Reigeluth, 1984); as analogias devem ser exploradas em interação com o professor (Bean, Searles, & Cowen, 1990); devem ser explicitadas as limitações da analogia (Glynn, 1991). Baseada nestes autores Duarte (2005), refere que a utilização de analogias nos livros de texto escolares implica alguns cuidados por parte dos autores de livros de texto mas, também cuidados por parte dos professores que procedem à exploração didática das analogias em contexto da sala de aula.





## CAPÍTULO V

### CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES

#### 5.1 Introdução

Neste quinto e último capítulo apresentam-se as conclusões e as implicações para educação em ciências da investigação realizada no âmbito desta dissertação. Assim, no subcapítulo que se segue (5.2) apresentam-se as conclusões da investigação, decorrentes das conclusões de cada um dos dois estudos complementares realizados. De seguida, em 5.3, faz-se a discussão das implicações que os resultados obtidos nesta investigação apresentam para a Educação em Ciências. Por fim, e com base quer nos resultados obtidos quer em aspetos de natureza diversa associados aos estudos realizados, apresentam-se, em 5.4, sugestões para futuras investigações relacionadas com a temática abordada nesta dissertação.

#### 5.2 Conclusões da investigação

A pergunta geral que orienta a investigação relatada nesta dissertação visa a compreensão de como é feita a abordagem histórica da TP por autores de manuais escolares (de 9º e 10º anos), designadamente no que respeita à utilização de analogias históricas. Para a sua consecução realizaram-se dois estudos complementares: um estudo centrado na análise do conteúdo histórico (designadamente analogias históricas) incluído na abordagem da TP em ME de 9º e 10º anos; outro estudo focado nas perceções de autores de ME sobre a inclusão de HC e de analogias históricas em ME de 9º e 10º anos. As conclusões resultantes dos dois estudos realizados no âmbito da presente dissertação serão depois relacionadas entre si de modo a alcançar o objetivo geral da dissertação.

No primeiro estudo, e para responder à primeira pergunta de investigação, era preciso analisar a relação eventualmente existente entre a abordagem histórica da TP nos diferentes ME de 9º e 10º anos de escolaridade. A este propósito, os resultados obtidos permitiram constatar que:

- Todos os ME analisados, quer de 9º ano, quer de 10º ano, apresentam alguma informação histórica sobre a TP mas, apesar de existirem orientações nos currículos portugueses para o recurso à HC, a abordagem histórica presente nos ME é, em geral, muito reduzida;
- Enquanto que metade dos manuais de 9º ano atribuem a construção da TP a um determinado cientista, Mendeleev, nenhum ME de 10º ano faz tal atribuição, considerando que a TP se deve a diversos cientistas;

- Os diversos ME de 9º ano apresentam abordagens históricas da TP muito semelhantes, destacando-se, no entanto, o manual MCFQ2 por evidenciar uma intencionalidade clara de integração da HC no ensino das ciências. Nos ME de 10º ano as abordagens são mais variadas, sendo enfatizadas etapas e/ou cientistas diferentes, aparentemente de acordo com a experiência e a sensibilidade dos respectivos autores em relação à HC;
- Quer no 9º ano, quer no 10º ano, os autores raramente aproveitam o contexto de evolução histórica da TP para explorar a forma como se constrói o conhecimento científico, pois raramente é apresentada a história da evolução da TP como o resultado de um processo evolutivo com controvérsias, avanços e recuos, tentativas e erros. As diversas propostas de organização dos elementos químicos surgem de uma forma quase linear e sem ligação entre elas, em sequências de períodos discretos na história da TP;
- Os diversos ME apresentam os cientistas como génios, isto é, como alguém com características excecionais e cuja contribuição para a história da TP surge como consequência de um ato criativo. O trabalho dos cientistas é, quase sempre, apresentado como um trabalho de descoberta individual, independente do trabalho de outros e de outras descobertas da época. Raramente é referido o papel da comunidade científica. Nesta perspetiva, nos manuais de 9º ano, é sempre destacada a figura carismática de Mendeleev, enquanto os ME de 10º ano evidenciam uma maior preocupação com o envolvimento da comunidade científica;
- Quer nos ME de 9º ano, quer nos de 10º ano, verifica-se que, de uma forma geral, existe preocupação com a correção científica de ideias e conceitos, sendo evidente, no 10º ano, um aprofundamento ao nível da descrição e explicação dos modelos propostos para a TP. Contudo, de um modo geral, parece existir pouca precisão em termos de datas e etapas. Destaca-se, contudo, o MCFQ2 que apresenta grande rigor e clareza nas etapas e cientistas considerados mais relevantes na evolução histórica da TP;
- Todos os ME analisados (9º e 10º ano) enquadram a informação apenas no contexto científico. Destaca-se apenas, no 10º ano, o manual MFQA4 que, ao relatar as descobertas científicas de Henry Moseley (no contexto da Primeira Guerra Mundial), enquadra a informação nos contextos tecnológico, social e político do início do século XX;
- Nos ME de 9º e 10º ano, o conteúdo histórico surge, geralmente, como tendo um papel fundamental, sendo dirigido a todos os estudantes. Destacam-se duas formas distintas de abordagem da evolução histórica da TP: como ponto de partida para o estudo da

organização atual dos elementos, numa perspetiva evolutiva (todos os manuais, exceto MCFQ6 e MFQA1); como finalização do estudo da TP, para mostrar que a TP nem sempre teve a estrutura daquela que foi estudada (MCFQ6 e MFQA1);

- Os ME de 9º e 10º ano que são elaborados pelas mesmas equipas de autores (ou por parte dessas equipas), como é o caso dos manuais MCFQ6 e MFQA1, e dos manuais MCFQ7 e MFQA7, apresentam diferenças no que respeita aos cientistas a que atribuem a evolução da TP. Assim, nos manuais MCFQ6 e MCFQ7, do 9º ano, apenas é referido Mendeleev enquanto que nos manuais MFQA1 e MFQA7, do 10º ano, são referidos vários cientistas.

Em síntese, relativamente à relação que existe entre a abordagem histórica da TP nos ME de 9º e 10º ano, podemos constatar que, apesar das diferenças no conteúdo histórico e na importância que lhe é atribuída, existe alguma semelhança no que concerne ao modo como as ciências progridem. Assim, na generalidade dos ME analisados, é transmitida a ideia de que a evolução histórica da TP se processou de forma linear, através de uma sequência unidirecional de etapas independentes das anteriores, não sendo explorada a ideia de que o conhecimento científico se constrói por tentativas e erros, por avanços e retrocessos, como resultado de um trabalho coletivo. Embora todos os ME de 10º ano associem vários cientistas à evolução histórica da TP, no 9º ano, quatro dos oito ME analisados podem induzir a conceção de que a TP dos elementos químicos resulta de uma criação genial de Mendeleev. No 9º ano destaca-se o MCFQ2 que faz uma abordagem da história da TP próxima das perspetivas de ensino que defendem a utilização da HC no ensino das ciências, ou seja, o conteúdo histórico é abordado como ponto de partida para o estudo da TP; são referidos vários modelos e a contribuição de vários cientistas para a construção da TP; são utilizadas as analogias históricas que se desenvolveram com um determinado modelo de organização. No 10ºano, destacam-se os manuais MFQA3 e MFQA4, com abordagens distintas sobre a história da TP, na medida em que o primeiro recorre à organização da informação histórica numa tabela, e o segundo parte de um episódio histórico, para depois apresentar uma breve história da TP. Ambas as abordagens são consistentes com a HC, uma vez que contextualizam historicamente a TP numa perspetiva evolutiva.

Em jeito de síntese, pode-se afirmar que os ME analisados usam pouca HC na abordagem da TP e, quando a usam, não só não apresentam uma história real da evolução da TP, como também se centram em aspetos (ex.: fotografias, curtas biografias, etc.) que, apesar de não serem prejudiciais, acrescentam muito pouco em termos de aprendizagem significativa dos alunos. Estes resultados

obtidos em resposta à primeira pergunta de investigação eram esperados com base em estudos revistos no Capítulo II, realizados por outros autores, que, embora centrados em outros temas de ciências (ex.: Leite, 2002; Cardoso, 2002; Baptista 2006; Pereira & Amador, 2007), evidenciavam este tipo de abordagem simplista da HC. No entanto, não podemos deixar de salientar que, apesar da forma pouco adequada como os conteúdos históricos são apresentados na generalidade dos ME, a exploração que deles é feita em sala de aula depende das concepções e da formação do professor relativamente à HC, sendo desejável que estas permitam ao professor colmatar as deficiências do ME.

Ainda no que respeita ao primeiro estudo, para responder à segunda pergunta de investigação, averiguou-se de que formas são tratadas as analogias associadas à TP nos diversos ME. Os resultados permitiram constatar que:

- De uma forma geral, os ME analisados, quer do 9º ano, quer do 10º ano, utilizam muito pouco as analogias que surgiram no contexto histórico de evolução da TP;
- Quer no 10º ano quer no 9º ano, mesmo quando os autores dos ME apresentam analogias, não é feita a sua exploração no que diz respeito à identificação do alvo e do análogo e das potencialidades e limitações da analogia;
- Quer no 9º ano, quer no 10º ano, são menos de metade os ME que apresentam analogias históricas. No 9º ano, apenas três ME referem analogias históricas associadas ao contexto evolutivo da TP (dois ME referem a analogia da Lei das Oitavas com a escala musical e um ME refere a analogia associada ao modelo de Chancourtois). No 10º ano, apenas dois ME apresentam analogias no contexto evolutivo da TP (um ME refere o Caracol de Chancourtois, e um ME refere analogia associada à Lei das Oitavas);
- Embora a Lei das Oitavas, proposta por John Newlands, seja referida em praticamente todos os ME, enquanto resultado da constatação da regularidade das propriedades dos elementos, não é referida a analogia que esteve na base do modelo associado a essa lei, nem tão pouco salientado que é com este modelo que se inicia a noção de período;
- No 9º ano, dois ME apresentam analogias que, embora não estando ligadas à história da TP, ajudam a perceber a estrutura e organização dos elementos químicos. Destaca-se o MCFQ2 que utiliza a analogia da TP como uma Biblioteca e o MCFQ7 que estabelece a analogia entre a periodicidade associada à TP e a repetição de um padrão num tecido. No 10º ano, apenas um manual (MFQA3) apresenta, no caderno de atividades, um texto que estabelece a analogia entre a TP e o Reino Periódico. De uma forma geral, pode constatar-se que os autores de manuais de 10º ano parecem desvalorizar a exploração de analogias

associadas quer ao contexto de evolução histórica da TP, quer à exploração de outras analogias que permitam perceber melhor a sua organização e estrutura.

Assim, em síntese, pode constatar-se que os autores de ME recorrem muito pouco às analogias que ficaram associadas ao conteúdo histórico da TP e, quando as referem, não as exploram, quer em termos de identificação de alvo e análogo, quer em termos de limitações e potencialidades do raciocínio analógico apresentado. Por outro lado, e contrariamente ao defendido por Cachapuz, Praia & Jorge (2002), as analogias históricas relacionadas com a TP nunca são apresentadas aos alunos como uma necessidade epistemológica na construção do conhecimento científico de épocas passadas. Embora se pudesse esperar que as analogias históricas fossem usadas para mostrar aos alunos como se constrói o conhecimento científico, seria de esperar que os autores de ME utilizassem pouco este recurso, dado que, como concluiu Duarte (2005), a utilização de analogias em ME requer diversos cuidados por parte dos autores a fim de minimizar a probabilidade de os alunos interpretarem mal a analogia.

No que respeita ao segundo estudo, e para responder à terceira pergunta de investigação, caracterizaram-se as perceções dos autores dos ME, seleccionados para este estudo, relativamente à inclusão da HC, designadamente no que respeita à história da TP incluída nos seus ME. Os resultados obtidos com as entrevistas realizadas a autores mostram que:

- Todos os autores de ME acreditam que os alunos reagem positivamente à introdução da HC no ensino das ciências e apresentam eles próprios uma opinião muito favorável a essa inclusão, reconhecendo que pode motivar os alunos, promover aprendizagens conceptuais e epistemológicas e ajudar os professores a anteciparem possíveis dificuldades (conceptuais ou de outra natureza) dos alunos;
- Todos os autores reconhecem, no entanto, que usam versões minimalistas da história da TP, essencialmente, devido aos compromissos editoriais (que impõem limitações em termos de número total de páginas do manual). Contornam parcialmente esta situação incluindo HC em recursos digitais, nos cadernos de apoio ao professor e em conteúdos disponibilizados na internet;
- Todos os autores de ME referiram a existência de dificuldades na implementação da HC no ensino das ciências (ex.: a elevada extensão dos programas, a adoção pelos alunos de ideias científicas do passado) mas, no entanto, todos afirmaram que estas dificuldades são superadas pelas vantagens que podem advir deste tipo de abordagem;
- Todos os autores de ME referem, como razões para a inclusão de conteúdo histórico sobre

a TP nos seus manuais, o facto de o Programa ou as Orientações Curriculares recomendarem (indirectamente) que isso seja feito;

- Os autores de ME consideram que há casos em que a abordagem histórica é prioritária relativamente aos conteúdos ou objetos de ensino a desenvolver, e que um desses casos é a exploração do contexto histórico da TP. No entanto, referem que, na elaboração de um ME, é necessário adotar soluções de compromisso para atender a outros fatores (ex.: extensão dos conteúdos a trabalhar) e respeitar as exigências editoriais, bem como o número de aulas disponível;
- Os autores quer de manuais de 9º ano, quer de 10º ano, justificam as poucas atividades de exploração do conteúdo histórico da TP incluídas nos seus manuais com base nas limitações editoriais que lhes são impostas, relativas ao volume de informação e número de páginas). No entanto, os autores estão conscientes de que a apresentação de atividades sobre os conteúdos históricos, poderá levar alunos e professores a não considerarem a informação histórica relevante, na medida em que poderão inferir que não será também objeto de avaliação;

Em síntese, constatou-se que os autores, quer de 9º ano, quer de 10º ano, têm uma opinião muito favorável à utilização da HC no ensino das ciências, reconhecendo que as vantagens decorrentes dessa utilização valem a pena face aos riscos que daí possam advir. Reconhecem que o Programa e Orientações Curriculares recomendam o recurso à HC e gostariam de explorar mais o contexto histórico associado à TP mas, devido a condições que lhes são impostas, sentem-se obrigados a seleccionar apenas alguns conteúdos para abordar historicamente. Esta posição dos autores de ME seria de esperar, uma vez que, do conhecimento que temos, os conteúdos relacionados com a HC não são tradicionalmente contemplados em termos de avaliação dos alunos, quer na avaliação interna, quer em exames nacionais. Note-se que, no que respeita à avaliação interna, esta prática foi afirmada pelos professores que participaram no estudo realizado por Correia (2003).

Por fim, ainda no âmbito do segundo estudo e para responder à última questão de investigação, relacionada com as percepções dos autores dos ME, que participarão neste estudo, sobre a utilização das Analogias Históricas na abordagem da TP, concluiu-se que:

- Quase todos os autores de ME consideram que a utilização de analogias no ensino das ciências tem interesse educativo, sobretudo no ensino básico (por tornar o ME mais atrativo e motivador, facilitar a aprendizagem de modelos e conceitos e desenvolver o

espírito crítico) embora as usem muito pouco nos seus manuais;

- Quase todos os autores de ME reconhecem que a utilização de analogias comporta alguns riscos (possibilidade de indução de concepções alternativas nos alunos que podem constituir obstáculos a aprendizagens futuras e identificação da analogia com o conceito em estudo) em termos de aprendizagem dos alunos;
- Os autores de ME, quer do 9º ano, quer do 10º ano, parecem não valorizar a utilização de analogias históricas associadas à TP e justificam a sua não inclusão nos respetivos ME com base na limitação do número de páginas e na dificuldade que há em explicar as analogias por escrito, facto que poderá levar ao desenvolvimento de concepções alternativas nos alunos;
- A única autora entrevistada que recorre ao uso de analogias históricas refere que o faz no sentido de a tornar a HC mais interessante para os alunos, e que as analogias podem funcionar como imagens que ajudam os alunos a percecionarem as concepções que lhes são transmitidas, tornando o texto do ME mais atrativo;
- Relativamente a outras analogias que, embora não estando relacionadas com a história da TP, poderiam ajudar os alunos a compreender melhor a sua estrutura e organização, os autores entrevistados dividem-se, sendo que uns não as usam por não acreditarem no seu potencial educativo e outros usam-nas para fomentarem a compreensão da TP ou o desenvolvimento de competências sociais e humanas relacionadas com a Ciência.

Em síntese, no que concerne às percepções dos autores de ME relativamente à utilização das analogias históricas na abordagem da TP, constata-se que os autores de ME não valorizam as analogias históricas associadas à TP, especialmente no ensino secundário. Por outro lado, embora tenham uma opinião favorável à utilização de analogias no ensino das ciências, nos seus manuais praticamente não as utilizam. Reconhecem a necessidade de cuidados na forma de apresentação de analogias nos ME, que passam pela necessidade de a analogia ser cuidadosamente explicada, o que nem sempre é passível de ser feito no manual, por razões de falta de espaço, devido às limitações impostas pelas editoras. Efetivamente, a investigação referida no Capítulo II mostra que as analogias são “uma faca de dois gumes”, podendo ser vantajosas se bem usadas e interpretadas, ou muito perigosas, se mal selecionadas, explicadas e/ou interpretadas.

No que concerne à pergunta geral desta investigação, segundo o qual se pretendia compreender como é feita a abordagem histórica da TP pelos autores de ME, designadamente no que



respeita à utilização de analogias históricas, os resultados dos dois estudos complementares desenvolvidos com ME e alguns dos respetivos autores, mostram que, apesar de os Programas e as Orientações Curriculares recomendarem a inclusão de HC no ensino e aprendizagem das ciências, o conteúdo histórico sobre a TP não é devidamente valorizado pelos autores de alguns dos ME, que optam por não o incluírem a favor de outros conteúdos. Assim, pode-se inferir que a inclusão e exploração de conteúdo histórico sobre a TP nos ME está, sobretudo, relacionada com a valorização que lhe é atribuída pelos autores, bem como com a sua sensibilidade para as questões históricas das Ciências e as concepções sobre as Ciências por eles perfilhadas. Esta conclusão era expectável, à partida, dado que alguns estudos realizados em Portugal (Cardoso, 2002; Baptista 2006), no período de vigência dos currículos e programas em vigor aquando do início deste trabalho, apontavam nesse sentido. Por outro lado, seria também de esperar que dadas as indicações metodológicas constantes nos Currículos de ciências portugueses, quer para o ensino básico, quer para o ensino secundário, os autores mostrassem maior disponibilidade para desenvolverem o conteúdo histórico da TP nos seus ME. Contudo, na maior parte dos casos não se notou uma grande disponibilidade para tal. Assim, a menos que os professores tenham formação suficiente em HC e em formas de utilização da HC no ensino das ciências, não será de esperar que num futuro próximo os alunos possam beneficiar das potencialidades educativas da HC, em geral, e da história da TP, em particular.

### **5.3 Implicações dos resultados da investigação**

Apesar das limitações que estão associadas a esta investigação, e que já foram apresentadas no Capítulo I, os resultados obtidos sugerem que a escassa abordagem história que os autores de ME fazem da TP é condicionada por fatores de ordem comerciais em vez de se reger, como deveria, por fatores científicos e didáticos. Acresce que, como evidenciou a revisão de literatura efetuada, o ME é um recurso muito usado pelos professores na preparação das suas aulas. Além disso, caso da HC, e como mostrou o estudo realizado por Correia (2003), é a principal fonte de informação histórica para os professores.

Neste contexto, as conclusões desta investigação apresentam implicações para a educação em ciências, a diversos níveis: ao nível do ensino e da aprendizagem das ciências, no que concerne à abordagem da TP, quer no ensino básico quer no ensino secundário; ao nível da formação de professores (inicial e contínua), designadamente em termos de História das Ciências e da sua utilização pedagógica; e ao nível dos materiais didáticos, nomeadamente no que concerne à inclusão da HC nos ME e à formação dos autores de ME para o fazerem adequadamente.

Ao nível do ensino e da aprendizagem das ciências, as implicações deste estudo têm a ver, em primeiro lugar, com a importância que é dada à HC nos currículos e na avaliação das aprendizagens dos alunos. Assim, não basta recomendar a utilização da HC nem mesmo a abordagem da evolução histórica de algumas ideias científicas, como fazem os programas portugueses. Por um lado, e dado que os programas são considerados extensos pelos professores e pelos autores de ME, incluindo os que participaram neste estudo, se se pretende querer fazer abordagens históricas é necessário assumi-las, de facto, como conteúdos relevantes e eventualmente repensar o currículo de modo a tornar a sua extensão compatível com essa abordagem. Uma vez que, na sequência do Despacho n.º 17169/2011 de 23 de dezembro, que revoga o CNEB, parece estar em curso uma revisão curricular, espera-se que estes aspetos sejam tidos em consideração. Uma segunda implicação tem a ver com o facto de os alunos poderem reagir menos bem ao conteúdo histórico, possibilidade abordada na parte teórica desta dissertação. Para evitar este problema, a HC deverá ser integrada de forma motivadora e apresentada como um conteúdo com estatuto semelhante aos dos conteúdos relacionados com o conhecimento científico atualmente aceite. Isto requer a utilização pelos professores de estratégias adequadas que, como recomenda DEB (2001a), levem os alunos a analisar as ideias da HC no contexto do tempo em que foram aceites. Requer ainda que, ao contrário do que o estudo realizado por Correia (2003) mostrou que costuma acontecer, os conteúdos da HC passem a ser objeto de avaliação, quer na avaliação interna (realizada pelos professores) quer na externa (exames nacionais), pois, e como os autores de ME entrevistados reconheceram, este aspeto é importante para que sejam encarados como objeto de estudo. Uma terceira implicação tem a ver com as potencialidades mas também com as dificuldades que as analogias, em geral, e as analogias históricas, em particular, podem comportar para os alunos. Neste caso, e dado a resistência à utilização e/ou a dificuldade que os autores de ME afirmam ter (nomeadamente, por falta de espaço) em explorar adequadamente as analogias, é preciso, da parte dos professores, ter consciência dos prós e contras das analogias de modo a serem capazes, não só de selecionar as mais adequadas ao contexto educativo, mas também de monitorizar a compreensão que os alunos fazem das mesmas, de modo a tirarem o máximo partido deste recurso educativo, minimizando os potenciais riscos associados à sua utilização.

Ao nível da formação de professores, e atendendo às limitações que se constatou que as abordagens históricas apresentam, e que dificultam a compreensão de como o conhecimento científico evolui, os resultados da investigação relatada nesta dissertação têm implicações para a formação inicial e a formação contínua de professores, quer ao nível científico quer ao nível didático. Assim, uma primeira implicação decorre do facto de, como constatou Correia (2003), poucos professores terem

tido formação em HC nos seus cursos de formação inicial de professores. Assim sendo, seria necessário incluir formação em HC nos cursos de formação inicial de professores de ciências (atualmente feita nos mestrados em ensino, previstos no decreto-lei 43/2007, de 22 de fevereiro) e organizar ações de formação continua que permitissem aos professores em serviço colmatar as suas lacunas de formação em HC. Além disso, e como não basta saber HC para ser capaz de a usar adequadamente nas aulas e triar o máximo partido dela, e como se constatou que os ME ajudam pouco neste aspeto, seria necessário organizar formação em HC para professores que lhes permitisse, não só, tomar consciência da importância da inclusão da HC no ensino e na aprendizagem das ciências, em geral, e da Química, em particular, mas também desenvolver competências para a usar adequadamente e para seleccionar e/ou elaborar matérias didáticos apropriados aos alunos em causa. Na formação inicial de professores, esta formação deve ser integrada nas disciplinas da área da didática específica (prevista no decreto-lei 43/2007, anteriormente referido) enquanto que na formação continua requer, mais uma vez, a organização de ações de formação continua centradas neste assunto, podendo esta vertente didática coexistir numa mesma ação com a formação científica em HC. Uma segunda implicação tem a ver com o facto de se saber que os professores dependem do ME na HC que usam e de os ME usarem pouca HC e o fazerem de forma pouco adequada. Assim, quer na formação inicial quer na formação continua de professores e recorrendo às ações e disciplinas acima referidas, é necessário desenvolver nos professores ou futuros professores uma visão crítica dos ME, consciencializando-os, não só da importância da análise e seleção do ME a adotar, em função das perspetivas de ensino que consideram mais adequadas às indicações metodológicas e à gestão dos programas, mas também da necessidade de encontrarem formas de colmatarem as insuficiências dos ME, entre outros no que respeita à abordagem histórica que apresentam.

Ao nível dos materiais didáticos, designadamente do ME, os resultados obtidos parecem sugerir que os autores de ME deveriam ter uma formação cientificamente mais completa e didaticamente mais fundamentada no que respeita à HC e às analogias. Na verdade, e para poderem dar cumprimento às orientações programáticas e também para, contrariamente ao que se constatou nesta investigação, diferenciarem abordagens históricas em função do nível dos alunos a que o ME se destina, os autores de ME necessitariam, tal como os professores, de formação científica e didática. Além disso, no caso dos autores de ME, essa formação deveria permitir-lhes, entre outros, reconhecer que a TP, sendo uma das maiores sistematizações da Ciência, apresenta um contexto histórico muito rico que não deve ser posto à margem do ensino da organização e das relações estabelecidas entre os elementos químicos, pelo que, nos seus manuais, deveriam fazer uma abordagem rigorosa da história

da TP, não se limitando a salientar as principais etapas e os cientistas que se destacaram na sua evolução, mas relacionando essas etapas e explicitando interações entre pessoas e entre contextos que para ela contribuíram. Só assim, poderá a abordagem histórica ser utilizada para a compreensão da natureza das ciências. De modo a contribuir para a evolução dos ME em termos de quantidade e qualidade do conteúdo histórico, poderia ser interessante que este aspeto fosse considerado seriamente quer no processo de avaliação e certificação de ME (Lei n.º 47/2006 de 28 de agosto) pelas equipas multidisciplinares constituídas para o efeito, quer no processo de seleção, pelos professores, dos manuais a adotar nas escolas.

Ao finalizar este subcapítulo, importa sublinhar a ideia de que a Tabela Periódica, sendo uma das maiores sistematizações da Ciência, pode ser estudada como uma organização dinâmica dos elementos químicos, para onde converge toda a Química, é um instrumento de grande potencialidade pedagógica, pois permite abordagens motivadoras, ricas em conteúdo histórico, e capazes de salientar aspetos positivos do recurso às analogias no ensino das ciências. Por outro lado, permite abordagens contextualizadas (na tecnologia, na sociedade, na política, na religião, etc.) da Química, o que contribui para a implementação de uma perspetiva de CTSA de ensino das ciências, preconizada pelos currículos portugueses de ciências.

#### **5.4 Sugestões para futuras investigações**

O desenvolvimento da dissertação aqui relatada, e a consecução dos dois estudos que a compõem, permitiu alcançar algumas conclusões mas deixou alguns aspetos por esclarecer e abriu caminhos para novas investigações.

Tendo anteriormente considerado que a presente investigação apresenta implicações ao nível do ensino e da aprendizagem das ciências, ao nível da formação de professores e ainda ao nível dos ME e seus autores, apresentam-se seguidamente algumas sugestões para outras investigações, em cada um dos anteriores domínios que, em nossa opinião, poderiam dar continuidade a esta investigação e contribuir para o aprofundamento do conhecimento nesta área. Assim:

i) ao nível do ensino e da aprendizagem das ciências:

- atendendo a que se sabe que os professores dependem do manual e que o manual apresenta pouco conteúdo histórico, seria interessante averiguar se existe alguma relação entre a HC apresentada pelos autores nos ME e aquela que é transmitida, aos alunos, pelos professores nas suas práticas letivas, ou se estes apresentam versões diferentes e/ou

mais completas desse conteúdo, pois esta informação seria relevante para se apreciar a formação que os alunos estão a receber nesta matéria;

- uma vez que alguns manuais enfatizam exageradamente o papel de Mendeleev no desenvolvimento da TP, seria pertinente realizar um estudo com alunos, que tenham usado tais ME, no sentido de investigar quais as suas percepções relativamente às questões históricas da Ciência, em particular, no que concerne à forma como a TP foi construída e ao contributo de Mendeleev, pois este conhecimento permitiria tomar decisões mais fundamentadas sobre o que fazer com tais ME;
- dadas as potencialidades das analogias históricas na compreensão da evolução da TP, seria interessante comparar o resultado de implementações didáticas da TP, com e sem recurso a analogias históricas, a fim de averiguar quais os efeitos relativos dessas intervenções na construção do conhecimento científico pelos alunos e nas suas visões sobre a Ciência e de assim avaliar das reais potencialidade e limitações deste recurso didático.

ii) ao nível da formação de professores:

- uma vez que antes da entrada em funcionamento dos mestrados em ensino, os professores tinham pouca formação em HC (Correia, 2003) e que essa formação é fundamental para os professores poderem colmatar as lacunas dos ME, sugere-se a análise dos atuais currículos de formação inicial de professores, a fim de caracterizar a sua formação, científica e didática, no que diz respeito à HC e de, assim poder inferir sobre as suas necessidades formativas futuras neste assunto;
- atendendo a que os professores em serviço precisam melhorar a sua formação para não ficarem dependentes da (pouca) HC apresentada pelos ME e para lidarem adequadamente com a HC nas suas aulas, seria interessante investigar a eficácia de diversos tipos de ações de formação de professores em termos de mudanças de práticas de professores e de efeitos na aprendizagem dos alunos, afim de identificar os mais eficazes;
- dado que as analogias históricas apresentam potencial educativo, se bem utilizadas, mas são pouco usadas pelos autores de ME (de que os professores dependem), seria relevante realizar um estudo com professores, no sentido de averiguar qual a sua percepção relativamente às analogias históricas associadas à TP, a fim de obter informação que permita organizar melhor a formação de professores a este respeito;

- considerando a relevância dada por alguns ME a Mendeleev e a dependência dos professores relativamente ao ME, seria pertinente averiguar em que medida os professores reconhecem centralidade ao trabalho de Mendeleev, a fim de inferir sobre o rigor científico da formação que poderá estar a ser dada aos alunos sobre este aspeto.

iii) ao nível dos manuais escolares:

- atendendo a que esta investigação se centrou no manual do aluno mas também a que estes, atualmente, são acompanhados de diversos outros materiais (em suporte de papel ou mesmo eletrónico) seria pertinente realizar um estudo de análise de conteúdo no que diz respeito à história da TP de materiais complementares aos ME, tais como o caderno do professor e o material multimédia que os acompanha, dado que os autores referem que estes materiais auxiliares são um complemento em termos de conteúdo histórico que não conseguem incluir nos seus ME;
- uma vez que nesta investigação se trabalhou com poucos autores, e a que as ideias por eles manifestadas nem sempre são concordantes, designadamente no que respeita as analogias históricas associadas à TP, sugere-se que a realização de um estudo que envolva maior número de autores de ME, de modo a obter informação mais segura, e em que, eventualmente, se trabalhe com os diversos autores de um dado ME, de modo a averiguar em que medida o resultado final apresentado no manual tem, ou não, a ver com decisões consensualizadas pela equipa de autores.

Com este trabalho pretendeu-se fazer uma análise da forma como a HC é tratada ao nível dos ME de 9º ano, de Ciências Físico-Químicas, e de 10º ano, de Química A, em particular no que concerne ao conteúdo histórico da TP e à utilização de analogias históricas que lhe estão associadas, bem como averiguar as perceções dos autores de ME sobre estes assuntos. A finalidade era averiguar se o conteúdo histórico colocado nos manuais escolares resulta, ou não, de decisões científicas e pedagógicas fundamentadas por parte dos respetivos autores. Embora considerando que os estudos desenvolvidos foram muito enriquecedores ao nível pessoal, estamos conscientes de que o contributo desta investigação para a educação em ciências poderá ter sido modesto e com repercussões limitadas ao nível das práticas em sala de aula. Contudo, se este trabalho tiver contribuído, quer para motivar outras investigações, quer para aumentar a sensibilidade dos autores de ME entrevistados para uma abordagem histórica mais fundamentada da TP, então terá valido a pena todo o esforço desenvolvido.



## REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS

- Allchin, D. (2004). Pseudohistory and Pseudoscience. *Science & Education*, 13, 179-195.
- Alesandrini, K. & Rigney, J. (1981). Pictorial Representations and Review Strategies in Science Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105-120.
- Amorim, A. (2009). *A História das Ciências e a Adoção dos Manuais Escolares: uma investigação com manuais escolares e professores de Ciências Físico-Químicas, centrada no tema "Viver Melhor na Terra"*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Ângelo, P. & Duarte, C. (1998). Analogias nos manuais escolares de Ciências da Natureza do 6º ano de escolaridade. Em Castro, R. *et al.* (Orgs.). *Manuais Escolares - Estatuto, Funções e História*. Braga: Universidade do Minho, 71-80.
- Ângelo, P. (2000). *A Utilização de Analogias em Manuais Escolares e por Professores de Ciências da Natureza*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Aran, A. (1996). *Materiales curriculares – Cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. Barcelona: Graó.
- Armesto Ramón, C. (2009). Heterodoxa busca da harmonia na caótica natureza. *Boletín das Ciencias*, 69, 61-72.
- Atkins, W. (1995). *The Periodic Kingdom*. Nova Iorque: Basic Books.
- Baia, F. & Porto, P. (2009). Mendeleev e a existência dos átomos. In 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Fortaleza, CE. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química - Resumos. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química. Disponível em <http://sec.sbq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T1624-1.pdf> (acedido em 5/8/2011).
- Baptista, R. (2006). *A História da Ciência no Ensino das Ciências da Natureza – um estudo com manuais escolares do 6º ano de escolaridade e seus autores*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bean, T., Searles, D. & Cowen, S. (1990). Test-based Analogies. *Reading Psychology*, 11, 323-333.
- Bevilacqua, F. & Giannetto, E. (1998). The History of Physics and European Physics Education. In B., Fraser & K., Tobin (Eds.) *International Handbook of Science Education*, Dordrecht Kluwer Academic Publishers, 1015-1026.
- Bermejo, M., Noya, A. & Pedrido, R. (2009). As predições de Mendeleev. *Boletín das Ciencias*, 69, 129-141.
- Blanco, N. (1994). Materiales curriculares: Los libros de texto. In Felix Angulo, J. & Blanco, N. (Orgs.). *Teoría y desarrollo del curriculum*. Barcelona: Edicions Aljibe, 263- 279.



- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e ao Método*. Porto: Porto Editora, Lda.
- Brigas, M. (1997). *Os Manuais escolares de Química no Ensino Básico – Opiniões dos Professores sobre a sua Utilização*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade de Aveiro.
- Brito, A., Rodríguez, M. & Niaz, M. (2005). A reconstruction of development of the periodic table based on history and philosophy of science and its implications for general chemistry textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (1), 84-111.
- Brito, A., (1999). A Problemática da adoção dos manuais escolares: critérios e reflexões. *In* Castro, R. *et al.* (Orgs.). *Manuais escolares: estatuto, funções, história*. Braga: Centro de Estudos em Educação e Psicologia – Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 139-148.
- Brush, G.(2000). Thomas Kuhn as an Historian of Science. *Science & Education*, 9, 39-58.
- Bryson, B. (2003). *Breve história de quase tudo*. Lisboa: Quetzal Editores.
- Cachapuz, A. (1989). Linguagem Metafórica e o Ensino das Ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 2 (3), 117-129.
- Cachapuz, A., *et al.* (1989). O Ensino e a Aprendizagem da Física e da Química: Resultados Globais de um Questionário a Professores. Projeto do INIC (Monografia). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Cachapuz, A. (1997). Pensar Analogias/Metáforas: Da Necessidade Epistemológica à Mudança no Ensino das Ciências. *In* Leite, L. *et al.* (Orgs.). *Didáticas/Metodologias da Educação*. Braga: Departamento de Metodologias de Educação, Universidade do Minho.
- Cachapuz, A., Praia, J., Paixão, F. & Martins, I. (2000). Uma visão sobre o ensino das ciências na pós-mudança conceptual: Contributos para a formação de professores. *Inovação*, 13 (2,3), 117-137.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciências e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Chang, R. (1994). *Química*. Lisboa: McGraw-Hill de Portugal.
- Chassot, A. (2000). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Editora Unijuí.
- Cardoso, A. (1996). *O recurso à história da física para uma aprendizagem por mudança conceptual no contexto da formação contínua de professores: um exemplo para a queda dos graves*. Dissertação Mestrado (não publicada), Universidade de Aveiro.
- Cardoso, M. (2002). *A História da Química em Manuais Escolares de Química do 9º e 11º anos de escolaridade*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las Concepciones Alternativas en La Actualidad (Parte I). Analisis sobre las causas que las originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre La Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 183-208.

- Cohen, L. & Manion, L. (1990). *Métodos de Investigación Educativa*. Madrid: Editorial La muralla, S.A.
- Collins, P. & Bodner, W. (1986). The public understanding of science. *Studies in Science Education*, 13, 96-10.
- Correia, S. (2003). *A utilização da História da Ciência no ensino da química: contributos para o seu diagnóstico*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Costa, A. (2007). No Centenário da Morte de Mendeleev: a dicotomia Cósmica na sua Tabela Periódica. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 107, 25-29.
- Costa da Silva, P., Correia, P., & Infante- Malachias, M. (2009). Charles Darwin goes to school: the role of cartoons and narrative in setting science in an historical context. *Journal of Biological Education*. 43(4), 175-180.
- Clough, M. (2011). The Story Behind the Science: Bringing Science and Scientists to Life in Post-Secondary Science Education. *Science and Education*, 20(7), 701-717.
- Curtis, R. & Reigeluth, C. (1984). The Use of Analogies in Written Text. *Instructional Science*, 13, 99-117.
- Dagher, Z. (2000). O Caso das Analogias no Ensino da Ciência para a Compreensão. In Mintes, J., Wandersee, J.; & Novak, J. (Eds.). *Ensinando Ciência para a Compreensão: Uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano, edições técnicas, 180-193.
- DEB (2001a). *Orientações Curriculares do Ensino Básico – 3º ciclo - Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Ministério da Educação
- DEB (2001b). *Curriculum Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DES (2001). *Programa de Física e Química A – 10º ou 11º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DES (2004). *Programa de Química – 12º ano*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Driver, R. & Osborne, J. (1998). *Reappraising science education for scientific literacy*. Comunicação apresentada na Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Diego, Abril.
- Duarte, M. (1999). Investigação em ensino das ciências: influências ao nível dos manuais escolares. *Revista Portuguesa de Educação*, 12(2), 227-248.
- Duarte, C. & Cardoso, M. (2003). A História das Ciências em Manuais Escolares de Química Portugueses – Implicações para o ensino da aprendizagem da Química. Disponível em <http://www.fchst.unlpam.edu.ar/iciels/016.pdf> (acedido em 5/5/2011).

Duarte, C. (2004). A História da Ciência na Prática de Professores Portugueses: Implicações para a Formação de Professores de Ciências. *Ciência & Educação*, 11 (3), 197-212.

Duarte, C. (2005). Analogias na Educação em Ciências: Contributos e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10 (1), 7-29.

Duarte, C. (2007). A História da Ciência na Educação em Ciências. Da investigação realizada ao seu impacto no processo de ensino-aprendizagem. *Tecne, Episteme Y Didaxis*, 22, 86-106.

Duit, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75 (6), 649-672.

Duschl, R. (1994). Research on the History and Philosophy of Science. In Gabel, D. (Ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Nova Iorque: MacMillan Publishing Company, 443-465.

Duschl, R. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias: importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.

Duschl, R. (2000). Making the nature of Science Explicit. In Millar, R. Leach, J. & Osborne, J. (Eds.). *Improving Science Education-the contribution of research*. Buckingham: Open University Press, 187-206.

Duschl, R. (2004). Relating History of Science to Learning and Teaching Science: Using and Abusing. In L.B. Flick & N.G. Lederman (eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implication for Teaching, Learning, and Teacher Education*. USA: Kluwer Academic Publishers, 319-330.

Fensham, P. & Harlen, W. (1999). School Science and public understanding of Science. *Internacional Journal of Science Education*, 21, 755-763.

Ferraz, D. & Terrazzan, E. (2003). Uso Espontâneo de Analogias por Professores de Biologia e o Uso Sistematizado de Analogias: Que Relação? *Ciência & Educação*, 9(2), 213-227.

Figueiroa, A. (2001). *Actividades laboratoriais e educação em Ciências: Um estudo com manuais escolares de Ciências da Natureza do 5º ano de escolaridade e respetivos autores*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.

Fiolhais, C. (2011). *A Ciência em Portugal*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.

Freire Pais, X. (2009). A vida de D. Mendeléiev e o entorno político-social da Rússia do seu tempo. *Boletín das Ciencias*, 69, 13-27.

Gagliardi, R. & Giordan, A. (1998). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 253-258

Gall, M., Gall, J. & Borg, W. (2003). *Educational Research: An Introduction*. Nova Iorque: Longman.

Gil Pérez, D. (1993). Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 197-212.

González, B., Moreno, T. & Fernández, J. (2000). Modelos de Enseñanza com Analogias. Em Martín Sanchez, M. & Morcillo Ortega, J. (eds). *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Actas de los XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Madrid: Editorial Nivola, 161-169.

González Duarte, P. (2009). As mil caras da Táboa Periódica. *Boletín das Ciencias*, 69, 83-97.

Glynn, S. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching-with-Analogies Model. In Glynn, S., Yeany, R. & Britton, B. (Eds.). *The Psychology of Learning Science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, 219-240.

Hernández González, M. & Prieto Pérez, J. (2000). Un currículo para el estudio de la historia de la ciencia en secundaria (La experiencia del Seminario Orotava de Historia de la Ciencia). *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 105-112.

Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science*. Buckingham: Open University Press.

Höttecke, D., & Silva, C. (2011). Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An analysis of Obstacles. *Science and Education*, 20 (3), 293-316.

Hurd, P. (1998). Scientific literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416.

Jenkins, E. (2000). Science for all: time for a paradigm shift. In Millar, R., Leach, J. & Osborne, R. (Eds.). *Improving science education*. Buckingham: Open University Press, 207-226.

Justi, R. & Gilbert, J. (2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of "the atom". *International Journal of Science Education*, 22 (9), 993-1009.

Kaji, M.(2002). D. I. Mendeleev's concept of chemical elements and the principles of chemistry. *Bulletin for the History of Chemistry*, 27(1),4-16.

Klein, M. (1972). The Use and Abuse of Historical Teaching in Physics. In S. G. Brush & A. L. King (Eds.) *History in the Teaching of Physics*. Hanover: University Press of New England, 12-18.

Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University Press.

Lavoisier, A. (1789). *Traité élémentaire de chimie*. Paris: Cuchet. Disponível em [http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File%3ALavoisier\\_\\_Trait%C3%A9\\_%C3%A9l%C3%A9m%C3%A9ntaire\\_de\\_chimie.djvu&page=236](http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File%3ALavoisier__Trait%C3%A9_%C3%A9l%C3%A9m%C3%A9ntaire_de_chimie.djvu&page=236) (acedido em 15/9/2010).

Leite (1986). *Teaching science through history: A comparative study in England and Portugal of the use of history of science in the teaching of physical sciences*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade de Londres.

Leite, L. (2002). History of Science in Science Education: Development and Validation of a Checklist for Analysing the Historical Content of Science Textbooks. *Science & Education*, 11, 333-359.

Leite, R. & Duarte, M.C. (2004). Utilização de Analogias por Professores Portugueses: Contributos para a sua Compreensão. Em Díaz Palacio, P. *et al* (org.). *La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergencia Europea – XXI Encuentros sobre Didáctica de Ciencias Experimentales*. País Basco: Servicio Editorial de la Universidad del País Basco, 233- 238.

Leite, L. (2008). Science education for citizenship: do textbook lab activities help teachers to put it into practice? *In* ICET (Eds.). 2008 ICET International Yearbook wheeling: ICET, 361-371. Disponível em [http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9823/1/2008ICET\\_046\\_LeiteL.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9823/1/2008ICET_046_LeiteL.pdf) (acedido em 5/7/2012).

Lessard-Hébert, M., Goyette, G. & Boutin, G. (1994). *Investigação qualitativa: fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.

Lin, C.- Y., Cheng, J.-H, & Chang, W.-H.(2010). Making science vivid: Using a historical episodes map. *International Journal of Science Education*, 32 (18), 2521-2531.

Lombardi, O. (1997). La Pertinencia de la Historia en la Enseñanza de Ciencias: Argumentos y Contraargumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(3), 343-349.

Martins, A. *et al*. (2002). *O livro branco da Física e da Química – Diagnóstico 2000 Recomendações 2002*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Física, Sociedade Portuguesa de Química.

Martins, I., (2002). *Educação e Educação em Ciências*. Universidade de Aveiro.

Martins, I., Rebelo, I., & Pedrosa, A., (2008). Formação Contínua de Professores para uma Orientação CTS do Ensino da Química: Um estudo de caso. *Química Nova na Escola*, 27, 30-33.

Martins, I. (2011). Ciência e Cidadania: Perspetivas de Educação em Ciência. *In* Leite, L., *et al*. (Orgs.). *Atas do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências: Educação em Ciências para o Trabalho, o Lazer e a Cidadania*. Braga: Universidade do Minho, 21-31.

Mas, C., Perez, J., & Harris, H. (1987). Parallels between Adolescents' Conceptions of Gases and the History of Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 64(7), 616-618.

Matthews, M.(1992). History, Philosophy, and Science Teaching: the presente reapproachment. *Science & Education*, 1(1), 11-47.

Matthews, M.(1994). *Science Teaching: The role of History and Philosophy of Science*. Londres: Routledge.

McMillan, J. & Schumacher, S. (2001). *Research in Education: A Conceptual Introduction*. Nova Iorque: Longman.

Mendeleev, D. I. (1891). *The Principles of Chemistry*. Nova Iorque: Collier.

Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. Londres: King's College London.

Millar, R.(2002). Towards a science curriculum for public understanding. *In* Amos, S. & Boohan, R. (Eds.). *Teaching science in secondary school*. Londres: Routledge, 113 – 128.

Ministério da Ciência e Tecnologia (1997). *Livro Verde para a Sociedade de Informação em Portugal*. Missão para a Sociedade da Informação em Portugal/Ministério da Ciência e Tecnologia. Lisboa: Graforim.

Morais, C. & Paiva, J.C. (2006). WebQuests associadas a manuais escolares. In Ana Amélia A. Carvalho (Org.). *Atas do Encontro sobre WebQuest*. Braga: CIEd, 182-186.

Morgado, J. (2004). *Manuais Escolares – Contributo para uma análise*. Porto: Porto Editora.

Nagem, L., *et al.* (2003). Analogias e metáforas no cotidiano do professor. Comunicação apresentada na 26ª Reunião anual da ANPed, Belo Horizonte, Outubro.

Nashon, S., Nielsen, W., & Petrina, S. (2008). Whatever happened to STS? Pre-service physics teachers and the history of quantum mechanics. *Science and Education*, 17(4), 387-401.

Nussbaum, J. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, London, 11, 530-540.

Níaz, M. (2000). A Rational Reconstruction of the Kinetic Molecular Theory of Gases Based on History and Philosophy of Science and its Implications for Chemistry Textbooks. *Instructional Science* **28**, 23–50.

Níaz, M. (2010). Science curriculum and teacher education: The role of presuppositions, contradictions, controversies and speculations vs Kuhn's 'normal science'. *Teaching and Teacher Education*, 26(4), 891-899.

Níaz, M., *et al.* (2010). Reconstruction of the history of the photoelectric effect and its implications for general physics textbooks. *Science Education*, 94 (5), 903-931.

Newlands, J.(1865). On the law of octaves. *Chemical News*, 12, 83.

OCDE (2002). *Sample Tasks from the PISA 2000 Assessment. Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OCDE Publications.

OCDE (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework- Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OCDE Publications.

Oliva, J.M. (2003). Rutinas y Guiones del Profesorado de Ciencias ante el Uso de Analogias como Recurso de Aula. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(1),1-15.

Oliva, M. (2004). El Pensamiento Analógico desde la Investigación Educativa Y desde la perspectiva del Profesor de Ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3 (3), 363-38. Disponível em [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen3/Numero3/ART7\\_VOL3\\_N3.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen3/Numero3/ART7_VOL3_N3.pdf) (acedido em 10/7/2011).

Osborne, J. (2000). Science for citizenship. *In* M. Monk & J. Osborne (Eds.), *Good practice in science teaching* (pp. 225-240). Buckingham: Open University Press.

Paixão, F., Santos, M. & Praia, J. (2008). Cidadania, Cultura Científica e problemática CTS: Obstáculos e um desafio da Atualidade. *In* Vieira *et al.* (Orgs.). V Seminário Ibérico/I Seminário Ibero-americano: Ciência - Tecnologia – Sociedade no Ensino das Ciências, Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável. Aveiro, 190-192.

Pedrinaci, E. (1999). Algunas aportaciones de la epistemología y la historia de la ciencia a la enseñanza de las ciencias. *In* Trindade, V. (Org.). Metodologias do ensino das ciências: investigação e prática dos professores. Évora: Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação, 83-104.

Pereira, A. & Amador, F. (2007). A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 191-216. Disponível em [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12\\_Vol6\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N1.pdf) (acedido em 10/12/2011).

Piaget, J. & Garcia, R. (1987). *Psicogénese e História das Ciências*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

Pintos Barral, I. (2009) Mendeleev: Academicamente incorrecto. *Boletín das Ciencias*, 69, 29-36.

Quílez, J.(2009). From chemical forces to chemical rates: A historical/philosophical foundation for the teaching. *Science and Education*, 18(9), 1203-1251.

Ramón Cid (2009). D.I. Mendeleev: Lembranza en tres Actos. *Boletín das Ciencias*, 69, 37-59.

Rodriguez, M. & Níaz, M. (2002). How in spite of the rhetoric, history of chemistry has been ignored in presenting atomic structure in textbooks. *Science & Education*, 11, 423-441.

Rosa, S., Pimentel, N. & Terrazzan, E. (2007). O uso de analogias em um livro didático destinado ao ensino de Química de grau médio. *In* VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Florianópolis. Disponível em <http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-PT&q=Rosa%2C+S.%2C+Pimentel%2C+N.%26+Terrazzan%2C+E.%282007%29.&btnG=&lr=> (acedido em 25/6/2012).

Román Polo, P. (2002). *El Profeta del orden químico: Mendeléiev. Científicos para la Historia*. Madrid: Nivola Libros Ediciones.

Santos, M. & Valente, M. (1995). A inclusão de materiais CTS nos manuais de Ciências. O que temos? O que queremos? *In* Miguéns, M. & Bárrios, A. (Orgs.). *Atas do V Encontro Nacional de Docentes – Educação em Ciências da Natureza*. Escola Superior de Educação de Portalegre, 243-248.

Sequeira, M. & Leite, L. (1998). A História da Ciência no ensino-aprendizagem da Ciência. *Revista Portuguesa de Educação*, 1(2), 29-40.

Sequeira, M. (1997). Metodologia do ensino das ciências no contexto ciência- tecnologia- sociedade. *In* Leite, L. *et al.* (Orgs.). *Didáticas/Metodologias da Educação*. Braga: Universidade do Minho, 165-174.

Scerri, E. & Worrall, J. (2001). Prediction and the Periodic Table. *In* Scerri, E. (Ed.). *Selected Papers on The Periodic Table*. Londres: Imperial College Press.

Scerri, E. (2007). *The periodic table: its story and its significance*. Oxford: Oxford University Press. .

Scerri, E. (2011). *The Periodic Table. A Very Short Introduction*. Oxford: Oxford University Press.

Silva, L. (1999). Manuais Escolares e Frequência de Bibliotecas. *In* R. Castro, A. *et al.* (Orgs.). *Manuais Escolares: Estatuto, Funções, História*. Atas do I Encontro Internacional sobre Manuais Escolares. Braga: Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 475-483.

Strathern, P. (2002). *O sonho de Mendeleev. A verdadeira história da Química*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, Lda.

Solomon, J. (2001). Teaching for scientific literacy: what could it mean? *School Science Review*, 82 (300), 93-96.

Solbes, J. & Traver, M. (2001). Resultados Obtenidos Introduciendo Historia de la Ciencia en las Clases de Física e Química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 151-162

Sousa, M. (2009). *As Actividades Laboratoriais e a adoção de Manuais Escolares de Ciências Físico-Químicas: Uma investigação centrada no tema Viver Melhor na Terra*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.

Thiele, R. & Treagust, D. (1995). Analogies in Chemistry Textbooks. *International Journal of Science Educacion*, 17 (6), 783-795.

Tormenta, J. (1996). *Manuais Escolares – Inovação ou Tradição?* Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Torres Santomé, J. (1998). *Globalização e Interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artmed Editores.

Treagust, D., *et al.* (1992). Science Teachers' Use of Analogies: Observations from Classroom Practice. *International Journal of Science Education*, 14(4), 413-422.

ÜltaY, N. & Ültay, E. (2010).The development of chemistry concept in 7th grade and 11th grade: A cross-age study. *Procedia -Social and Behavioral Sciences* 2(2), 492-496.

Wandersee, J.(1985). Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*. 23(7), 581-597.

Wellington, J. (2001). What is science education for? *Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology Education*, 1(1), 23-38.

Wellington, J. & Osborne, J.(2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.



Wellington, J. (2002). What can science education do for citizenship and the future of the planet? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(4), 553-561.

Wittaker, M. (1979). History and Quasi-History in Physics Education. *Physics Education*, 14(4), 108-112.

Zabalza, M. (1992). *Planificação e desenvolvimento curricular na escola*. Porto: Edições Asa.

**ANEXOS**



## **Anexo 1**

Listagem de ME de Ciências Físico – Químicas de 9º ano e de Química A de 10º ano



Quadro 1. Identificação dos manuais escolares de Ciências Físico-Químicas de 9º ano

| Código do ME | Título                                            | Autores                                                                           | Editora                 | Cidade de Edição | Ano de Edição               |
|--------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------------|
| MCFQ1        | Física e Química na Nossa Vida – 9º ano           | M. Margarida R. D. Rodrigues/ Fernando Morão Lopes Dias                           | Porto Editora           | Porto            | 2008 (1ª Edição/1ª Tiragem) |
| MCFQ2        | Eu e o Planeta Azul – 9º ano                      | Noémia Maciel, Ana Miranda e M. Céu Marques                                       | Porto Editora           | Porto            | 2008 (1ª Edição/1ª Tiragem) |
| MCFQ3        | Ciências Físico-Químicas 9º ano                   | Cremilde Caldeira/ Jorge Valadares/Margarida Neves/Margarida Vicente              | Didáctica Editora, Lda. | Lisboa           | 2008 (1ª Edição)            |
| MCFQ4        | Universo da Matéria 9                             | Isabel Pires / Sandra Ribeiro                                                     | Santillana-Constância   | Carnaxide        | 2008 (1ª Edição/1ª tiragem) |
| MCFQ5        | CFQ 9                                             | António José Silva/ Cláudia Simões/ Fernanda Resende/ Manuela Ribeiro             | Areal Editores          | Perafita         | 2008(1ª Edição/1ª Tiragem)  |
| MCFQ6        | 9 CFQ                                             | Carlos Fiolhais/ Manuel Fiolhais/Victor Gil/João Paiva/ Carla Morais/Sandra Costa | Texto Editores, Lda.    | Lisboa           | 2008 (1ª edição/1ª Tiragem) |
| MCFQ7        | FQ9                                               | M. Neli G.C. Cavaleiro/M. Domingas Beleza                                         | Edições ASA             | Rio Tinto        | 2009(1ª Edição/3ª Tiragem)  |
| MCFQ8        | Terra.Lab 9<br>Ciências Físico – Químicas 9.º ano | Adelaide Amaro Rebelo/ Filipe Rebelo                                              | Lisboa Editora          | Lisboa           | 2008 (1ª Edição/1ª Tiragem) |

Quadro 2. Identificação dos manuais escolares s de Química A de 10º ano

| Código do ME | Título                                      | Autores                                                                                 | Editora                   | Cidade de Edição | Ano de Edição                     |
|--------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------------------------|
| MFQA1        | 10 Q<br>Química A – 10º ano                 | João Paiva/António José<br>Ferreira/Graça<br>Ventura/Manuel<br>Fiolhais/Carlos Fiolhais | Texto Editora             | Lisboa           | 2007(1ªEdição/1ª<br>Tiragem)      |
| MFQA2        | Jogo de Partículas A<br>Química A - 10º ano | Maria da Conceição Dantas<br>/Marta Duarte Ramalho                                      | Texto Editora             | Lisboa           | 2007(1ªEdição/1ª<br>Tiragem       |
| MFQA3        | Química em Contexto – Química A 10º<br>ano  | Teresa Sobrinho Simões<br>Maria Alexandra Queirós<br>Maria Otilde Simões                | Porto Editora             | Porto            | 2009(1ª Edição/5ª<br>Reimpressão) |
| MFQA4        | Química A -10ºano                           | Carlos Corrêa/Fernando<br>pires Basto/ Noémia<br>Almeida                                | Porto Editora             | Porto            | 2007                              |
| MFQA5        | Química A 10                                | Aquiles Araújo Barros, Carla<br>Rodrigues, Lúcia Miguelote                              | Areal Editores            | Perafita         | 2010                              |
| MFQA6        | Elementos 10 – Química A 10º ano            | Jorge Magalhães                                                                         | Santillana-<br>Constância | Carnaxide        | 2010                              |
| MFQA7        | Química A – 10º Ano                         | M. Neli G.C. Cavaleiro/M.<br>Domingas Beleza                                            | Edições ASA               | Rio Tinto        | 2007                              |
| MFQA8        | Manual de Química - 10º Ano                 | Laila Ribeiro                                                                           | Edições Asa               | Rio Tinto        | 2007                              |

## **Anexo 2**

Grelha de análise do conteúdo histórico em manuais escolares e livros de texto de Leite  
(2002)





Table I. A checklist for analysing the historical content of science textbooks

---

*Dimensions and sub-dimensions (brief explanation)*

---

*Type and organisation of the historical information*

– *Scientists*

\* *scientists' life*

- *biographic data* (at least name, and date of birth and death)
- *personal characteristics* (feelings, character, mood, etc.)
- *episodes/anecdotes* (married to . . . , decapitated by . . . )

\* *scientists' characteristics*

- *famous/genius* (intelligent, bright, the most important . . . )
- *ordinary* (fail exams, need to work in order to survive)

– *Evolution of science*

\* *type of evolution*

- *mention to a science discovery* (a discovery or historical idea is mentioned)
- *description of a science discovery* (the happening of a certain discovery is described)
- *mention to discreet periods* (two or more periods/discoveries are mentioned but not related)
- *linear and straightforward* (one period is related to the following, keeping the direction)
- *real evolution* (movement 'back and forth' between opinions, including controversies, etc.)

\* *responsible people*

- *individual scientists* (a scientist is shown as the only person working for the discovery)
- *group of scientists* (two or more known scientists worked together for the same purpose)
- *scientific community* (the scientists of the time are said to be responsible for the happening)

*Materials used to present the historical information*

– *Scientists' pictures*

– *Pictures from machines, laboratory equipment, etc.* (once used or discovered by past scientists)

– *Original documents/texts* (produced/written by the scientists themselves; they may be translated)

– *Historical experiments* (experiments once done by or attributed to past scientists)

– *Secondary sources* (texts, models, drawings of equipment not done by scientists/textbook authors)

– *Texts by the textbook author(s)* (essays on a topic/scientist; minimum biographic data are not a text)

– *Other* (e.g., stamps, poetry, paintings)

*Correctness and accuracy of the historical information*

*Contexts to which the historical information is related*

– *Scientific* (historical information related to science and maths knowledge available and/or lacking)

– *Technological* (historical information related to the technology available and /or to its lack)

– *Social* (historical information related to the living conditions and acknowledged values of the time)

– *Political* (historical information related to the politics of the time)

– *Religious* (historical information related to the religious beliefs of the time)

---

Table I. (continued)

---

*Status of the historical content*

- *Role of the historical content in science teaching and learning*
  - \* *fundamental* (content matter to be studied)
  - \* *complementary* (optional content, at least for some students)
- *Target population*
  - \* *all students* (when it has a fundamental status)
  - \* *top students* (when the authors say it has a complementary role)
  - \* *volunteers* (when the authors consider it optional or put it in boxes apart from the main text)

*Learning activities dealing with history of science (asking students to do more than just read)*

- *Status of the activities* (deals with their role in the learning process)
  - \* *compulsory* (supposed to be done by all the students)
  - \* *free* (directed to volunteers)
- *Level of the activities* (has to do with purpose/difficulty)
  - \* *normal* (nothing is said about the purpose or difficulty level)
  - \* *deepening* (activities are said to promote further learning)
- *Type of activity* (relates to what has to be done to carry it out)
  - \* *guided reading* (consists of questions on a 'historical' text)
  - \* *bibliographic search* (asks to find information on the history of science and write an essay)
  - \* *analysing historical data* (analyse data obtained by past scientists)
  - \* *doing historical experiments* (asks to repeat an experiment once done by a scientist)
  - \* *other* (e.g., memorising information)

*Internal consistency of the book (with respect to the historical information)*

- *Homogeneous* (same sort of historical information and way of integrating it throughout the chapters)
- *Heterogeneous* (changes type and way of integrating historical information throughout the chapters)
  - \* *a few historically organised chapters*
  - \* *a few chapters with historically organised sections*
  - \* *sections on the history of science, in some chapters*
  - \* *some chapter sections including some historical references*
  - \* *chapters and/or chapter sections without historical information*

*Bibliography on the history of science*

- *History of science books*
  - *Science books with historical information* (although not history of science books)
-

## **Anexo 3**

Grelha de análise de conteúdo histórico incluído em ME de Ciências Físico-Químicas  
(9º ano) e de Química A (10º ano) do tema Tabela Periódica



Grelha de análise de conteúdo histórico incluído em ME de Ciências Físico-Químicas (9º ano) e de Química A (10º ano) do tema Tabela Periódica

---

*Dimensões e subdimensões*

---

**1. Tipo e organização da informação histórica relacionada com a Tabela Periódica**

- ✓ Cientistas
  - Vida dos cientistas
    - Dados biográficos
    - Características pessoais
    - Episódios/anedotas
  - Características dos cientistas
    - Famosos/génios
    - Comum
- ✓ Evolução da Tabela Periódica
  - Tipo de evolução
    - Menção a uma descoberta científica/Teoria científica
    - Descrição de uma descoberta científica/Teoria científica
    - Menção a períodos discretos
    - Linear e reto
    - Evolução real
    - Evolução acabada
    - Evolução em aberto
  - Pessoas responsáveis
    - Cientistas individuais
      - Apenas Mendeleev
      - Outros
    - Grupo de cientistas
    - Comunidade científica

**2. Analogias no estudo da evolução da Tabela Periódica**

- ✓ Analogias históricas
  - Parafuso/Caracol de Chancourtois
  - Lei das oitavas
  - Linguagem metafórica de Mendeleev
  - Outras
- ✓ Analogias propostas por autores dos manuais escolares
  - Analogias
  - Linguagem metafórica
- ✓ Exploração das analogias
  - Apenas referência às analogias históricas
  - Apresentação das analogias históricas em contexto evolutivo
  - Exploração de outras analogias/linguagem metafórica

**3. Material usado para apresentar a informação histórica relacionada com a Tabela Periódica**

- ✓ Fotografias de cientistas
- ✓ Fotografias de máquinas, de equipamento de laboratório, etc.
- ✓ Documentos/textos originais

- ✓ Experiências históricas
  - ✓ Fontes secundárias
  - ✓ Textos elaborados por autores de manuais escolares
  - ✓ Modelos da Tabela Periódica apresentados por autores de manuais escolares
  - ✓ Outros
- 4. Correção e exatidão da informação histórica**
- ✓ Exatidão de datas/etapas significativas na evolução histórica da TP
  - ✓ Correção científica na atribuição da descoberta/cientista (s)
  - ✓ Correção científica de ideias/conceitos e sua exploração
  - ✓ Rigor na apresentação/exploração do contexto histórico, social, científico ....
- 5. Contexto no qual a informação histórica é relatada**
- ✓ Científico
  - ✓ Tecnológico
  - ✓ Social
  - ✓ Político
  - ✓ Religioso
- 6. Estatuto do conteúdo histórico**
- ✓ Papel do conteúdo histórico no ensino das ciências e na aprendizagem
    - Fundamental
    - Complementar
  - ✓ População alvo
    - Todos os estudantes
    - Estudantes com mais sucesso
    - Voluntários
- 7. Actividades de aprendizagem relacionadas com a História da TP**
- ✓ Estatuto das actividades
    - Obrigatório
    - Livre
  - ✓ Nível das actividades
    - Normal
    - Aprofundamento
  - ✓ Tipo de actividades
    - Leituras guiadas
    - Investigação bibliográfica
    - Análise de dados históricos
    - Realização de experiências históricas
    - Exploração de sites com informação sobre a TP
    - Outros
- 8. Bibliografia em História da Ciência**
- ✓ Livros de História das Ciências
  - ✓ Livros de Ciência com informação histórica
  - ✓ Sites de História das Ciências
  - ✓ Sites de ciências com informação histórica

## **Anexo 4**

Listagem dos manuais escolares de Ciências Físico-Químicas do 9.º Ano e de Física e Química A do 10. Ano, adotados no ano letivo de 2010/2011





Listagem dos ME de Ciências Físico-Químicas do 9.º Ano e de Física e Química A do 10. Ano, adotados no ano letivo de 2010/2011 (DGIDC)

| <b>Ano</b> | <b>Disciplina</b>                  | <b>ISBN</b>       | <b>Título do Manual</b>                                  | <b>Editora</b>         |
|------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|------------------------|
| 9          | Ciências Físico-Químicas           | 978-989-23-0571-4 | FQ 9                                                     | Asa Editores II, SA    |
| 9          | Ciências Físico-Químicas           | 978-972-0-32809-0 | Física e Química na Nossa Vida - 9.º Ano                 | Porto Editora          |
| 9          | Ciências Físico-Químicas           | 978-972-0-32840-3 | Eu e o Planeta Azul - Ciências Físico-Químicas - 9.º Ano | Porto Editora          |
| 9          | Ciências Físico-Químicas           | 978-972-473-992-2 | 9 CFQ                                                    | Texto Editores, Lda.   |
| 9          | Ciências Físico-Químicas           | 978-972-761-736-4 | UNIVERSO DA MATÉRIA 9: Viver Melhor na Terra             | SANTILLANA-Constância  |
| 9          | Ciências Físico-Químicas           | 978-989-647-072-2 | CFQ 9                                                    | Areal Editores, SA     |
| 9          | Ciências Físico-Químicas           | 978-972-680-724-7 | Terra. Lab 9                                             | Lisboa Editora         |
| 9          | Ciências Físico-Químicas           | 978-972-650-829-8 | Ciências Físico-Químicas - 9.º Ano                       | Didáctica Editora Lda. |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-47-3375-3 | 10F - A                                                  | Texto Editores, Lda.   |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-0-42320-7 | Química em Contexto - Química A - 10.º Ano               | Porto Editora          |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-47-3369-2 | Jogo de Partículas A - Química A                         | Texto Editores, Lda.   |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-0-42310-8 | Ontem e Hoje - Física A - 10                             | Porto Editora          |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-47-3372-2 | 10 Q                                                     | Texto Editores, Lda.   |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-0-42304-7 | Física na Nossa Vida A - 10.º Ano                        | Porto Editora          |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-761-704-3 | ENERGIAS 10                                              | SANTILLANA-Constância  |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-627-957-0 | Química A 10                                             | Areal Editores, SA     |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-0-42248-4 | Química A - 10.º Ano                                     | Porto Editora          |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-680-686-8 | Desafios da Física A 10                                  | Lisboa Editora         |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-41-5167-0 | Química A 10º/11º                                        | Asa Editores II, SA    |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-770-520-7 | Ver + 10.º Ano Física A (NOVO)                           | Plátano Editora, Lda.  |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-761-705-0 | ELEMENTOS 10                                             | SANTILLANA-Constância  |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-627-928-0 | Física A 10                                              | Areal Editores, SA     |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-650-762-8 | Física, uma Aventura - Física A 10.º Ano                 | Didáctica Editora Lda. |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-41-5169-4 | Manual de Física 10º                                     | Asa Editores II, SA    |
| 10         | Física e Química A - CCH (CT - FE) | 978-972-41-5174-8 | Manual de Química 10º                                    | Asa Editores II, SA    |



## **Anexo 5**

Guião de entrevista semiestruturada aos autores de manuais escolares (Baptista, 2006)



## **A - Caracterização dos autores**

As questões seguintes destinam-se a obter algumas informações acerca da sua formação e experiência profissional e também enquanto autora de manuais escolares.

### **1. Formação académica e experiência profissional**

**1.1.** Caso seja professor, a que grupo pertence? \_\_\_\_\_

**1.1.1.** Onde lecciona? \_\_\_\_\_

**1.1.1.2.** Pode dizer-me qual a sua situação profissional? \_\_\_\_\_

**1.2.** Pode dizer-me qual a sua formação académica?

**1.2.1.** Licenciatura em \_\_\_\_\_,

Escola \_\_\_\_\_ concluída no ano de \_\_\_\_\_.

**1.2.2.** Mestrado em \_\_\_\_\_,

Universidade \_\_\_\_\_ concluído no ano de \_\_\_\_\_.

**1.2.3.** Outra. Qual? \_\_\_\_\_

**1.3.** Há quantos anos exerce (exerceu) a actividade de docente? \_\_\_\_\_.

**1.4.** Alguma vez interrompeu a docência para exercer outras funções? Sim \_\_\_ Não \_\_\_

**1.4.1.** Se respondeu sim, que tipo de tipo interrupção teve?

\_\_\_\_\_

**1.4.2.** Actualmente, que funções/cargos desempenha?

\_\_\_\_\_

### **2. Experiência como autor de manuais**

Sei que já colaborou na elaboração de vários manuais escolares destinados ao 2º ciclo do Ensino Básico.

**2.1.** Pode falar-me do que a levou a ser co-autora do manual “X” do ano de \_\_\_?

Convite? \_\_\_\_\_ Ocasão? \_\_\_\_\_ Experiência nova? \_\_\_\_\_

Necessidade de colmatar alguma lacuna que detectou? \_\_\_\_\_

Outras razões. Quais?

**2.1.1.** Foram esses os mesmos motivos que a levaram a publicar, em 2005, o manual “Y”?

**2.2.** Considera que existem dificuldades ou obstáculos, exteriores aos autores, que interferem na decisão de incluir determinados conteúdos nos manuais? Sim \_\_\_ Não \_\_\_

Se respondeu, **sim**. Quais? \_\_\_\_\_

**2.3.** Considera que conseguiu transpor para o manual as suas ideias (sobre conteúdos, abordagens, actividades, etc.)? Sim \_\_\_\_ Não \_\_\_\_ Se respondeu **não**, quais os motivos?

**2.4.** Pode dizer-me se o número de exemplares vendidos, correspondeu às suas expectativas? Sim \_\_\_\_ Não \_\_\_\_ Se respondeu **não**, o que pensa que poderia fazer para incrementar o volume de vendas? \_\_\_\_\_

## **B – Importância atribuída à História da Ciência**

Agora, gostaria de passar a outro assunto, algumas questões de natureza mais específica relacionadas com a História da Ciência.

**3.1.** No seu entender, a inclusão da História da Ciência traz benefícios para o Ensino das Ciências? Sim \_\_\_\_ Não \_\_\_\_

Se **sim**, que objectivos se podem atingir, de melhor forma, com o uso da HC?

Se **não**, porquê? \_\_\_\_\_

**3.2.** Verifiquei que inseriu conteúdo histórico nos seus manuais. Em que se baseou para seleccionar esses materiais?

**3.3.** Leccionava Ciências da Natureza do 6º ano de escolaridade? Sim \_\_\_\_ Não \_\_\_\_

Se respondeu **sim**, costuma trabalhar com os alunos as actividades/informações de conteúdo histórico inseridas no seu manual? Sim \_\_\_\_ Não \_\_\_\_

Se respondeu **sim**, como reagem os alunos a estes tipos de conteúdos?

Se respondeu **não**, porque não usa os conteúdos inseridos no seu manual?

**3.4.** Como professora, pode falar-me da sua atitude perante os conteúdos históricos contidos em outros manuais de CN do 6º ano de escolaridade? \_\_\_\_\_

## **Parte C da entrevista realizada ao Autor A – Razões de inclusão de determinados conteúdos históricos nos manuais.**

As questões que se seguem relacionam-se directamente com aspectos encontrados nos manuais que elaborou, para o 6º ano de escolaridade.

**4.1.** O manual “*Mistério da Vida*” de 1999 apresentava 2 capítulos com informações históricas (Os micróbios – com o texto da Clara Pinto Correia e Eliminação de Produtos da Actividade Celular – a função renal). Que razões o levaram a incluí-las naquele manual? \_\_\_\_\_

**4.1.1.** Já, no manual “*Mistério da Vida*” de 2005, não incluiu conteúdo histórico em nenhum dos seus capítulos. Porquê? \_\_\_\_\_

## **Anexo 6**

Guião de entrevista aos autores de manuais escolares





## **Parte comum do guião de entrevista (MCFQ2, MCFQ6, MFQA1, MFQA3)**

### **Parte A – Caraterização dos autores**

As questões seguintes destinam-se a obter algumas informações acerca da sua formação e experiência profissional e também enquanto autor(a) de manuais escolares.

#### **1. Formação académica e experiência profissional**

1.1. Qual a sua formação académica?

1.2. Tem alguma formação em História das Ciências?

1.3. Qual a sua profissão?

(Caso seja professor):

1.3.1. A que grupo de recrutamento pertence?

1.3.2. Onde leciona?

1.3.3. Há quantos anos exerce (exerceu) a atividade de docente?

1.3.4. Qual a sua situação profissional?

1.4. Alguma vez interrompeu a docência para exercer outras funções?

1.4.1. (Se interrompeu) Que tipo de interrupção teve?

1.4.2. Atualmente, enquanto docente, que funções/cargos desempenha?

#### **2. Experiência como autor(a) de manuais escolares**

Vamos agora falar da sua experiência como autor(a) de manuais escolares destinados ao Ensino Básico.

2.1. O que o(a) levou a ser coautor(a) do manual “Eu e o Planeta Azul” no ano de 2008?

2.2. O número de exemplares do ME vendidos correspondeu às suas expectativas? O que pensa que conduziu a esse a volume de vendas?

2.3. Como e por quem foi tomada a decisão de inclusão de conteúdos no manual escolar?

2.4. Conseguiu transpor para o manual as suas ideias (sobre conteúdos, abordagens, atividades, etc.)? Explique, por favor.

## **Parte B – Importância atribuída à História da Ciência**

Agora, gostaria de passar a outro assunto, apresentando algumas questões de natureza mais específica relacionadas com a História das Ciências.

### **3.1. O que pensa da inclusão da História da Ciências no ensino das Ciências?**

Que vantagens educativas tem? E que riscos tem?

### **3.2. Verifiquei que inseriu conteúdo histórico no seu manual. Quais as razões para a inclusão desses conteúdos históricos?**

### **3.3. (Caso seja professor do EB e o manual tenha sido adotado na sua escola)**

Costuma trabalhar com os alunos as atividades/informações de conteúdo histórico inseridas no seu manual? Como reagem os alunos a este tipo de conteúdos? Em sua opinião, a que se deve essa reação?

(Caso não seja professor do EB e/ou o manual não tenha sido adotado na sua escola)

Como imagina que os alunos reagem a estes tipos de conteúdos? Em sua opinião, a que se deve essa reação?

### **3.4. Conhece o modo como outros manuais de CFQ de 9º ano lidam com o conteúdo histórico? (em caso afirmativo) O que pensa disso?**

## Parte Específica (MCFQ2)

### Parte C - Razões da inclusão de determinados conteúdos históricos nos manuais

Vamos agora centrar-nos em aspetos encontrados no manual que elaborou para o 9º ano de escolaridade.

4.1. No seu manual “Eu e o Planeta Azul”, do 9º ano, a abordagem histórica sobre a TP surge como introdução ao capítulo, isto é, como ponto de partida para a explicação da organização atual da TP.

Qual o motivo que a levou a organizar a informação histórica desta forma? Que vantagens e desvantagens vê nesta forma de organização?

4.2. No seu manual dedica várias páginas à história da TP. Como aconteceu isso? Ficou satisfeita?

4.3. No seu manual, a TP não é apresentada como uma criação genial de Mendeleev. Por que o fez dessa forma? O que pretendia com isso?

4.4. Na pág. 159 do seu manual pode ler-se: “*Apesar das irregularidades observadas, esta disposição dos elementos apresentava incorreções .... Daí as ideias de Newlands terem sido alvo de críticas e rejeitadas*”. Por que incluiu esta afirmação? O que pretendia com ela?

Pretendia transpor para o manual a ideia de que a evolução da TP até à sua organização atual não é um percurso linear?

4.5. Como escolheu as etapas e os cientistas a considerar na apresentação do tópico “Como nasceu a Tabela Periódica?”

4.6. No seu manual faz referência a duas analogias históricas associadas à TP (Lei das Oitavas de Newlands e caracol ou parafuso telúrico de Alexandre de Chancourtois). Por que razão decidiu recorrer a estas analogias históricas?

4.7. Recorre também à utilização da analogia da “TP como uma biblioteca”. Por que o faz? Que vantagens e desvantagens reconhece na utilização de analogias no ensino das ciências?

4.8. No seu manual apresenta atividades dedicadas ao conteúdo histórico sobre a TP. Por que o faz?

4.9. Em sua opinião, o seu manual é concordante com o espírito do programa de CFQ de 9º ano, no que respeita à HC? Por favor, fundamente a sua opinião.

4.10. A editora com a qual trabalha deu-lhe orientações sobre o volume e a qualidade dos conteúdos históricos a incluir no seu manual?

(Em caso afirmativo) Que tipo de orientações?

**4.11.** Em 2014 vão ser adotados novos manuais escolares para o 9º ano. Pensa fazer uma revisão no que diz respeito aos conteúdos históricos? Porquê?

(Em caso afirmativo) Que tipo de alterações gostaria de introduzir?

**4.12.** Deseja pronunciar-se sobre algum aspeto que não tenha sido questionado e que considere relevante para uma melhor compreensão do seu manual e da sua posição relativamente à HC no ensino das ciências

*Concluimos a entrevista. Agradeço a sua colaboração.*

## Parte específica (MCFQ6)

### Parte C - Razões da inclusão de determinados conteúdos históricos nos manuais

Vamos agora centrar-nos em aspetos encontrados no manual que elaborou para o 9º ano de escolaridade.

4.1. No seu manual “9CFQ”, a abordagem histórica sobre a TP surge como finalização do capítulo, isto é, como resposta à questão “Como surgiu a primeira Tabela Periódica?”.

Qual o motivo que a levou a organizar a informação histórica desta forma? Que vantagens e desvantagens vê nesta forma de organização?

4.2. No seu manual dedica cerca de meia página à história da TP. Como aconteceu isso? Ficou satisfeita?

4.3. No seu manual, a TP é apresentada como uma criação de Mendeleev. Por que o fez dessa forma? O que pretendia com isso?

4.4. No seu manual, além de Mendeleev, não refere mais nenhum dos cientistas que se destacaram no processo evolutivo da TP. Que vantagens e desvantagens reconhece nesta forma de apresentação da evolução da TP?

4.5. Na pág. 181 do seu manual pode ler-se: *“Prevendo as posições de alguns deles na Tabela Periódica, Mendeleev reservou-lhes lugares. Mas foi mais longe: conseguiu prever as propriedades de alguns elementos que só viriam a ser descobertos mais tarde. Mendeleev procedeu a uma das mais notáveis classificações da história da ciência!”*.

Pretendia transpor para o manual a ideia de que a TP resultou de um processo criativo genial apenas devido a Mendeleev?

4.6. No manual “9CFQ” não incluiu analogias históricas associadas à TP. Porquê?

4.7. O que pensa da utilização de analogias no ensino das ciências? Que vantagens e desvantagens reconhece?

4.8. No caderno de atividades que acompanha o manual escolar “9CFQ” apresenta apenas uma atividade dedicada ao conteúdo histórico da TP: *“Qual a principal diferença entre a disposição dos elementos com propriedades semelhantes na TP de Mendeleev e na TP atual?”* (pág. 42).

Porque usou esta atividade? Esta atividade é suficiente? Porquê?

- 4.9. No caderno do professor apresenta, na página 44, um texto intitulado “Breve história da Tabela Periódica” em que a informação sobre o conteúdo histórico da TP surge de forma complementar. Acha que os professores, nas suas práticas letivas, tiram partido deste tipo de informações?
- 4.10. Em sua opinião, o seu manual é concordante com o espírito do programa de CFQ de 9º ano, no que respeita à HC? Por favor, fundamente a sua opinião.
- 4.11. A editora com a qual trabalha deu-lhe orientações sobre o volume e a qualidade dos conteúdos históricos a incluir no seu manual?  
(Em caso afirmativo) Que tipo de orientações?
- 4.11. Em 2014 vão ser adotados novos manuais escolares para o 9º ano. Pensa fazer uma revisão no que diz respeito aos conteúdos históricos? Porquê?  
(Em caso afirmativo) Que tipo de alterações gostaria de introduzir?
- 4.12. Deseja pronunciar-se sobre algum aspeto que não tenha sido questionado e que considere relevante para uma melhor compreensão do seu manual e da sua posição relativamente à HC no ensino das ciências?

Concluimos a entrevista. Agradeço a sua colaboração.

## Parte específica (MFQA1)

### Parte C – Razões da inclusão de determinados conteúdos históricos nos manuais

Vamos agora centrar-nos em aspetos encontrados no manual que elaborou para o 10<sup>o</sup> ano de escolaridade.

4.1. No seu manual “10 Q”, a abordagem histórica sobre a Tabela Periódica surge como finalização do capítulo.

Qual o motivo que o/a levou a organizar a informação histórica desta forma? Que vantagens e desvantagens vê nela?

4.2. No manual “10 Q”, no ponto “4.1. Breve história da Tabela Periódica” dedica uma página à história da TP. Como aconteceu isso? Ficou satisfeito?

4.3. Como escolheu as etapas e os cientistas a considerar na apresentação de uma breve história da Tabela Periódica?

Nessa breve história, não faz referência ao trabalho desenvolvido por Alexandre de Chancourtois. Qual o motivo que o/a levou a esta decisão?

4.4. No seu manual não incluiu analogias históricas associadas à Tabela Periódica. Porquê?

4.5. O que pensa da utilização de analogias no ensino das ciências?

4.6. Na pág. 100 do seu manual pode ler-se: “ *Num trabalho **genial** realizado em 1872, Mendeleev reorganizou todos os elementos então conhecidos*”. Por que razão adjetivou esse trabalho e usou o adjetivo “genial”? Do ponto de vista dos alunos, é importante essa adjetivação? Porquê?

4.7. O seu manual apresenta uma atividade (pág. 143) dedicada ao conteúdo histórico sobre a Tabela Periódica. Porque usou esta atividade? Esta atividade é suficiente? Porquê?

4.8. Em sua opinião, o seu manual é concordante com o espírito do programa de FQ A, 10<sup>o</sup> ano, no que respeita à História das Ciências? Por favor, fundamente a sua opinião.

4.9. A editora com a qual trabalha deu-lhe orientações sobre o volume e a qualidade dos conteúdos históricos a incluir no seu manual?

(Em caso afirmativo) Que tipo de orientações?

4.10. Em 2013 vão ser adotados novos manuais escolares para o 10<sup>o</sup> ano. Pensa fazer uma revisão deste manual no que diz respeito aos conteúdos históricos? Porquê?

(Em caso afirmativo) Que tipo de alterações gostaria de introduzir?



- 4.11. Deseja pronunciar-se sobre algum aspeto que não tenha sido questionado e que considere relevante para uma melhor compreensão do seu manual e da sua posição relativamente à História das Ciências no ensino das ciências?

*Concluimos a entrevista. Agradeço a sua colaboração.*

## Parte específica (MFQA3)

### Parte C – Razões da inclusão de determinados conteúdos históricos nos manuais

Vamos agora centrar-nos em aspetos encontrados no manual que elaborou para o 10º ano de escolaridade.

- 4.1. No seu manual “Química em Contexto” do 10º ano, inicia o estudo da TP apresentando um quadro com “Alguns apontamentos da história da Tabela Periódica”. Qual o motivo que a levou a organizar a informação histórica desta forma? Que vantagens e desvantagens vê nela?
- 4.2. No seu manual, no ponto “4.1. Breve história da Tabela Periódica” dedica uma página à história da TP. Como aconteceu isso? Ficou satisfeito/a?
- 4.3. Como escolheu as etapas e os cientistas a considerar na apresentação de uma breve história da TP?  
Nessa breve história, não faz referência ao trabalho desenvolvido por Alexandre de Chancourtois. Qual o motivo que o/a levou a esta decisão?
- 4.4. No seu manual não inclui analogias históricas associadas à TP. Porquê?
- 4.5. O que pensa da utilização de analogias no ensino das ciências?
- 4.6. No caderno de atividades, apresenta uma analogia (“Reino Periódico”) apesar de esta não estar diretamente relacionada com a evolução histórica da TP. Por que o faz? Que vantagens e desvantagens reconhece na utilização de analogias no ensino das ciências?
- 4.7. Na pág. 74 do seu manual apresenta um texto retirado da revista *Sciences et Avenir* onde se pode ler: “Com a produção recente do 110º elemento do quadro de classificação periódica, assiste-se ao finalizar do trabalho **encetado**, há pouco mais de um século, pelo químico russo Mendeleev”. Esta frase acentua a ideia de que a TP é uma criação de Mendeleev. Que vantagens e que riscos vê nesta perspetiva?
- 4.8. Em sua opinião, o seu manual transmite a ideia de que construção da TP é uma construção coletiva ou, por outro lado, resultou de criações geniais? Por que diz isso?
- 4.9. O seu manual apresenta algumas atividades dedicadas ao conteúdo histórico sobre a TP. Na pág. 74, apresenta uma APSA onde são explorados dados cronológicos associados à história dos elementos químicos. Em sua opinião, em que medida os professores tiram partido deste tipo de atividades?

- 4.10. Em sua opinião, o seu manual é concordante com o espírito do programa de FQ A, 10º ano, no que respeita à HC? Por favor, fundamente a sua opinião.
- 4.11. A editora com a qual trabalha deu-lhe orientações sobre o volume e a qualidade dos conteúdos históricos a incluir no seu manual?
- (Em caso afirmativo) Que tipo de orientações?
- 4.12. Em 2013 vão ser adotados novos manuais escolares para o 10º ano. Pensa fazer uma revisão no que diz respeito aos conteúdos históricos? Porquê?
- (Em caso afirmativo) Que tipo de alterações gostaria de introduzir?
- 4.13. Deseja pronunciar-se sobre algum aspeto que não tenha sido questionado e que considere relevante para uma melhor compreensão do seu manual e da sua posição relativamente à HC no ensino das ciências?

*Concluimos a entrevista. Agradeço a sua colaboração*

## **Anexo 7**

Exemplo de transcrição da entrevista realizada ao autor do MFQA1



## TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA REALIZADA AO AUTOR DE MFQA1

### Parte A – Caraterização dos autores

#### 1. *Formação académica e experiência profissional*

##### 1.1. Qual a sua formação académica?

Licenciatura em Química – Ramo Educacional; Mestrado em Ensino da Física e da Química; Doutoramento em Química; Agregação em Didática

##### 1.2. Tem alguma formação em História das Ciências?

Específica, não.

##### 1.3. Qual a sua profissão?

Professor.

##### 1.3.1 Qual o seu grupo de recrutamento?

*(Não se aplica)*

##### 1.3.2. Onde leciona?

Faculdade de Xxxxx da Universidade Yyyyyy.

##### 1.3.3. Há quantos anos exerce (exerceu) a atividade de docente?

Dez anos no Ensino Básico e Secundário e 15 anos no Ensino Superior (ligado à formação de professores).

##### 1.3.4. Qual a sua situação profissional?

Professor com Agregação na FCUP.

##### 1.4. Alguma vez interrompeu a docência para exercer outras funções?

Não, nunca interrompi a atividade docente.

##### 1.4.2. Atualmente, enquanto docente, que funções/cargos desempenha?

Professor. Estou ainda ligado à formação de professores e à orientação de estágio na formação inicial, agora na formação inicial (IPP: Introdução à Prática Pedagógica). Sou autor e coautor de livros; autor de programas de computador para o ensino. Coordeno vários sítios da Internet sobre o ensino das ciências. Sou coordenador do grupo de Multimédia, Ensino e Fronteiras da Química do Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto. Sou orientador de teses de doutoramento e de dissertações de mestrado, principalmente na área de conteúdos digitais no ensino.

## **2. *Experiência como autor de manuais escolares***

### **2.1** O que o/a levou a ser coautor (a) do manual “10 Q” no ano de 2007?

Há três tipos de motivações. Talvez a mais importante seja: o desejo de fazer produto alternativo que favoreça o ensino da Química; a abordagem académica no sentido em que se faz um ensaio onde de alguma maneira se projetam as investigações académicas pessoais e de outros, no sentido de inovar; a Motivação comercial, isto é, um ME é um projeto que tendo sucesso tem um retorno financeiro simpático.

### **2.2.** O número de exemplares de manuais escolares vendidos correspondeu às suas expetativas? O que pensa que conduziu a esse a volume de vendas?

Sim. Temos uma cota de mercado simpática de 20%.

É um produto razoável, simpático e minimamente inovador mas não podemos escamotear as questões comerciais. Eu tenho uma experiência pessoal com um livro antes desse que foi publicado numa editora sem agressividade escolar e não foi escolhido e praticamente a mesma coisa foi publicada numa editora com agressividade comercial e foi escolhido. Não podemos escamotear a importância da agressividade comercial.

### **2.3.** Como e por quem foi tomada a decisão de inclusão de conteúdos no manual escolar?

Por todos os autores, embora o 10Q tenha protagonismo particular dos autores ligados à Química JP e AJF e protagonismo mais lateral dos autores do lado da Física. Funciona em simetria com 10F, onde o contrário acontece, o protagonismo particular é da GV, CF e MF ligados à Física têm um protagonismo particular.

### **2.4.** Conseguiu transpor para o manual as suas ideias (sobre conteúdos, abordagens, atividades, etc.)? Pode explicar.

De uma maneira geral, sim. Embora não há liberdade total ao fazer o ME porque estamos cúmplices de um programa, mas algumas ideias e algumas inovações conseguimos implementar.

## **Parte B - Importância da HC no ensino das Ciências**

### **3.1.** O que pensa da inclusão da História da Ciências no ensino das ciências? Que vantagens educativas tem? E que riscos tem?

A HC está contemplada e bem nos programas curriculares atuais, quer do Ensino Básico quer do Ensino Secundário, pelo que a inclusão desta no ensino das ciências é de facto relevante porque:

- A Ciência deve estudar-se de uma forma contextualizada e também histórica;
- Os alunos têm muitas vezes uma ideia muito ingénua sobre a Ciência. Não interiorizaram que ela tem um carácter dinâmico, e que as teorias científicas são as menos boas mas são válidas até prova em contrário, e de alguma maneira a História da Ciência ajuda a sublinhar esse carácter dinâmico da Ciência, como uma construção que atravessou a História e que ainda hoje está a acontecer;
- Há alunos que têm uma ideia muito “mágica” da Ciência, utilizando isto é científico como querendo dizer imutável. Ser científico quer dizer que é dito num contexto muito sensível às questões da observação da natureza, do rigor e da descrição dessa natureza, que é própria da metodologia científica, e que se foi construindo ao longo da História. Sem perceber essa evolução,

ao longo da História, é de facto muito difícil. Sem perceber mesmo que os nomes que marcam hoje a História são nomes que andaram ao ombro de outros gigantes do passado da História, não se consegue perceber a Ciência de hoje sem ter percebido um bocadinho o caminho;

- Pode-se aproveitar a História da Ciência para responder a algumas questões que são transversais aos alunos. Por exemplo, os alunos que aprendem ciências questionam-se muito sobre a aplicabilidade da Ciência que estão a aprender, e a HC revela que uma teoria científica que num determinado ponto se desenvolveu, que parecia não ter aplicações práticas, depois se vem a revelar surpreendente. Isso é verdade na Química, é verdade na Física, concretamente com a Teoria da Relatividade de Einstein. Quando se construiu, pensava-se que fosse razoavelmente inócua, do ponto de vista prático e, quando os miúdos percebem que hoje têm telemóveis porque existiu um Sr. chamado Einstein, embora falando agora de História recente, percebem as coisas de forma diferente. Mas é importante saber que Einstein se pôs às cavalitas de Newton e que Newton se pôs às cavalitas de Galileu. Isso é muito importante.
- Se o professor se radica de uma forma muito pouco motivante na HC, e se o faz de uma forma enfadonha e muito académica no mau sentido do termo, tem o risco de os alunos se desmotivarem um pouco ou até se perguntarem para que é que temos que saber isto se hoje acontece assim? Este assunto tem que se dado com uma certa arte pelo do professor.

**3.2. Verifiquei que inseriu conteúdo histórico no seu manual. Quais as razões para a inclusão desses conteúdos históricos? Que critérios usou na seleção dos mesmos?**

Há alguma insinuação do Programa curricular que nos empurrava para isso. A dose de História, nós decidimos pôr um pouco mais do que o Programa recomendaria na versão mínima, e fizemo-lo pelo conjunto de argumentos que explicitiei anteriormente, com a convicção de que isso é relevante. Ainda que, no caso do 10º ano, teremos optado, para precisamente contornar o risco de não sobrecarregar os alunos com esses assuntos, em colocar alguma da História numa dinâmica opcional, em jeito de textos anexos, suplementares para os alunos mais ... Não toda a História. Algumas coisas da História estão mesmo encadeadas na prosa principal. Mas outras têm este carácter mais lateral. Decidimos por uma dose um bocadinho acima do que seria a versão minimalista que o programa empurra por acharmos que isso é relevante.

**3.3. *(Caso seja professor do Ensino Secundário e o manual tenha sido adotado na sua escola)***

Costuma trabalhar com os alunos as atividades/informações de conteúdo histórico inseridas no seu manual? Como reagem os alunos a estes tipos de conteúdos? Em sua opinião, a que se deve essa reação?

*(Caso não seja professor do Ensino Secundário e/ou o manual não tenha sido adotado na sua escola)*

Como imagina que os alunos reagem a estes tipos de conteúdos? Em sua opinião, a que se deve essa reação?

Eu não trabalho diretamente com os alunos mas, trabalho indiretamente através da formação de professores e da orientação na formação inicial IPP. A reação dos alunos não é muito positiva. A cultura dos alunos e dos próprios professores, em relação à História da Ciência, é de lateralizar um bocadinho isto que não é essencial. Há aqui um movimento de contracorrente a fazer para valorizar esses aspetos, e a forma como isso se apresenta é interessante. Cabe aí também ao professor, e aos construtores de ME e de outros recursos, irem buscar orientações e mesmo recursos digitais, e outros motivantes capazes de seduzir os alunos de uma forma mais espontânea, porque há uma



tendência de alunos corroborada por alguns professores de lateralizar o que diz respeito à HC, porque não vem para o exame, porque não ...

- 3.4.** Conhece o modo como outros manuais de Física e Química A de 10<sup>o</sup> ano lidam como conteúdo histórico? (em caso afirmativo) O que pensa deles, a esse respeito?

Tenho ideia de que há outros manuais escolares que, a maioria deles é mais minimalista, porque os construtores de manuais escolares são confrontados no mercado e pelos professores. Normalmente, o mercado pede simplificação, sempre, por vários motivos! E os construtores de ME tendem a ser minimalistas na interpretação do Programa. Suspeito, sem ter a certeza, nunca estudei isso exaustivamente, que outros manuais escolares tenham uma dose relativamente menor de História da Ciência. Talvez haja outros que tenham conseguido tê-la maior. Mas eu penso que o caminho é ter, pelo menos de uma maneira subsidiada, noutros materiais que não sejam o manual, por exemplo, em recursos digitais complementares, em cadernos de apoio ao professor, em conteúdos na internet complementares... a tendência poderá ser um pouco essa, para pelo menos nessa parte enriquecer com esses elementos históricos.

### **Parte C – Razões da inclusão de determinados conteúdos históricos nos manuais**

- 4.1.** No seu manual “10 Q”, a abordagem histórica sobre a Tabela Periódica surge como finalização do capítulo. Qual o motivo que o/a levou a organizar a informação histórica desta forma? Que vantagens e desvantagens vê nela?

Há sempre duas grandes hipóteses e depois também há hipóteses misturadas, que é fazer o ensino de determinado conceito ou um determinado contexto de aprendizagem química emulando a História e os passos da História ou, pelo contrário, fazendo essa incursão da História de uma forma mais recursiva, que pode até ser no final, como nós fizemos. O ensino CTSA, como ele se nos oferece, como alternativa, é mais propício a esse segundo mecanismo, ou seja, nós temos como início de conversa o questionamento, a resolução de problemas, o contexto que vivemos, e é depois a partir daí que vamos buscar as questões quer mais conceptuais, quer mais as de História da Ciência, e portanto terá sido essa a nossa opção. O que no caso da Tabela Periódica funciona melhor, até porque a História da Tabela Periódica é relativamente sinuosa, quer dizer tem alguma linearidade: os métodos, as tríades, as oitavas, depois o Mendeleev... Mas é um processo que me parece menos linear cronologicamente do que a História do átomo. Embora os alunos devam ser chamados à atenção, até porque há coisas curiosas na história da Tabela Periódica, quer curiosidades até com um certo humor relevantes, quer também como a História da Tabela Periódica e o caso de Mendeleev sublinham muito a genialidade científica e a genialidade do Mendeleev, concretamente pelo facto de ter deixado buracos vazios. Isso é uma coisa que os alunos percebem e que é importante dizer! A capacidade científica de prever o que ali vem é, de facto, relevante.

- 4.2.** No manual “10 Q”, no ponto “4.1. Breve história da Tabela Periódica” dedica uma página à história da TP. Como aconteceu isso? Ficou satisfeito?

Há um lado meu que gostaria de ter mais mas, às tantas, é um aspeto, tenho de lhe confessar, que é um assunto que não deve merecer grande revisão. Para o ano, vamos fazer uma nova versão do livro e em princípio é um assunto onde não iremos, talvez, mexer muito. Porque, enfim, tentamos esse equilíbrio na dose de História da Tabela Periódica e talvez fiquemos por aí. Não

temos ainda reações suficientes para estabelecer uma mudança. Foi esse o ponto de equilíbrio que achamos que deveria estar incluído.

- 4.3. Como escolheu as etapas e os cientistas a considerar na apresentação de uma breve história da Tabela Periódica? Nessa breve história, não faz referência ao trabalho desenvolvido por Alexandre de Chancourtois. Qual o motivo que o/a levou a esta decisão?

Baseamo-nos na bibliografia normal para isso embora, por exemplo, não tivéssemos aprofundado uma questão que está em cima da mesa que é a eventual não centralidade de Mendeleev ou, pelo menos, o paralelo com outras pessoas que podem ter feito trabalho equivalente. Julgo que conhece essa corrente? Há uma certa tendência... Pois, e há quem ache que Mendeleev não foi, para já tão ... enfim, genial foi de certeza! Como em tudo em Ciência, foi trabalho sucedâneo: ele foi aos ombros de muitos outros, e até, concomitantemente, na História, outras pessoas em paralelo terão feito exercícios equivalentes. Confesso que não houve nenhuma investigação original e fomos para aquilo que era mais estandardizado e mais aceite na comunidade científica.

Não refere Alexandre de Chancourtois. Porquê?

Certo, sim. Admito que sim, que é, mas também alguns livros de Química geral em que às vezes nós nos inspiramos, nacionais e principalmente estrangeiros, focalizam-se em nomes que excluem esse. E nós também fizemos ... Mesmo essa página foi sujeita a censuras de métricas, de tamanho, que nos levaram a deixar só alguns nomes. Mas isso, por exemplo, poderia ser uma inovação que poderíamos com pouco esforço, saltando agora a questão do manual de 2013, fazer uma referência ainda que fosse lateral, a esse e a outros nomes que faltam. Eu com toda a humildade reconheço que este era um ajuste que poderia ser feito.

- 4.4. No seu manual não incluiu analogias históricas associadas à Tabela Periódica. Porquê?

Poderia haver, poderia haver ... Mais uma vez é um exercício: numa página A4 o que é que conseguimos pôr? E não terá cabido lá isso! Mas por acaso, no 9ºano temos uma experiência editorial onde eu acho que falamos disso. Porque os miúdos acham mais graça e, enfim, essa ideia desse tipo de metáforas é curiosa. Mas é também um assunto que eu admito que podíamos talvez com mais com mais um paragrafozito só incluir e colmatar.

- 4.5. O que pensa da utilização de analogias no ensino das ciências?

Penso que são muito importantes. As analogias em geral, também as históricas e as que foram usadas ao longo da História são importantes! Ainda que o professor deva ter sempre o cuidado, quando faz a ponte analógica, de identificar qual é o conceito alvo e qual é o conceito analógico. E deve sempre fazer o exercício, no final, de sublinhar as incompletudes da analogia. Portanto, os “weak points”, os pontos fracos das analogias, é muito importante sublinhá-los porque não há analogias perfeitas. E até dar ao aluno o sentido crítico de criticar a analogia, dizendo o que é que dali está correto nessa ponte entre o conceito alvo e o conceito análogo, e o que é que deveria ser esclarecido.

- 4.6. Na pág. 100 do seu manual pode ler-se: “ Num trabalho *genial* realizado em 1872, Mendeleev reorganizou todos os elementos então conhecidos”. Por que razão adjetivou esse trabalho e usou o adjetivo “genial”? Do ponto de vista dos alunos, é importante essa adjetivação? Porquê?

Admito, não sendo especialista no assunto, que o Mendeleev tenha tido mais colaborações e mais pessoas, perto dele e fora dele, que tivessem chegado ... Mas a genialidade, quanto a mim, tem dois objetivos: um, de reconhecimento óbvio principalmente pela questão ... eu associo muito a genialidade àqueles buracos, a capacidade de prever o que ali viria com a insipiência que existia

do ponto de vista experimental e do conhecimento do átomo e dos elementos, e aí há de facto genialidade! Depois, é capaz de haver também um certo empolamento do caso, para associar a importância da criatividade e da genialidade no próprio processo científico. Nós queremos que os nossos miúdos tenham mais literacia científica, se interessem mais por Ciência, e a ideia de genial, ao fim e ao cabo, todos nós procuramos o nosso génio. Ir buscar qualquer coisa de original, a criatividade se quiser! Esse sublinhado aí, aproveita-se também para fazer um estímulo ao conhecimento científico e à literacia científica geral dos alunos.

- 4.7. O seu manual apresenta uma atividade (pág. 143) dedicada ao conteúdo histórico sobre a Tabela Periódica. Porque usou esta atividade? Esta atividade é suficiente? Porquê?

Ai é só uma pergunta académica. Falando em reformulações, a História da Tabela Periódica presta-se a uma atividade mais rasgada, em que para além das questões que relacionam os nomes cruciais, se possa convidar os alunos a fazer uma pesquisa complementar, principalmente aqueles que estiverem mais interessados, usando a internet, que é um manancial de informação relevante, ou as bibliotecas escolares, para fazerem uma investigação mais pormenorizada da evolução da Tabela Periódica. Enquanto autores de manuais escolares, embora não sejamos reféns disso, sabemos que os alunos estão muito tencionados para ter boas notas nos exames e entrarem na Universidade. Infelizmente, as expectativas deles e dos pais saem muito polarizadas. Não estou a dizer que concordo com isso. Pelo contrário, acho que isso é um obstáculo à inovação. É verdade que não há uma cultura típica nos exames de perguntar sobre isto e os manuais escolares e a Escola refletem isso. Há muitos movimentos de relevância da História da Ciência que se poderiam fazer pelo mecanismo das questões em exame: se comessem a aparecer questões em exame mais apelativas de dinâmicas de História das Ciências, começariam a aparecer os manuais e as práticas letivas a ajustarem-se. Claro que aqui há uma dialética: umas coisas podem puxar as outras. Mas este argumento dos exames é relevante.

- 4.8. Em sua opinião, o seu manual é concordante com o espírito do programa de FQ A, 10º ano, no que respeita à História das Ciências? Por favor, fundamente a sua opinião.

Sim. Eu diria que sim, porque o programa é feito de uma forma, que embora dê subsídios aos professores e aos construtores de manuais escolares, é suficientemente flexível para haver ajustes e, eu diria que sim.

- 4.9. A editora com a qual trabalha deu-lhe orientações sobre o volume e a qualidade dos conteúdos históricos a incluir no seu manual?

(Em caso afirmativo) Que tipo de orientações?

Não históricos especificamente. Isso não. Nunca. São só gerais mas, nós depois temos de escolher e a editora só nos diz que devemos cumprir o programa. Mas depois onde é mais rígida é nas balizas do volume de informação, e a tendência é normalmente para cortar.

- 4.10. Em 2013 vão ser adotados novos manuais escolares para o 10º ano. Pensa fazer uma revisão deste manual no que diz respeito aos conteúdos históricos? Porquê?

(Em caso afirmativo) Que tipo de alterações gostaria de introduzir?

A questão dos manuais escolares ... como lhe disse há pouco. Disse-lhe há pouco, das minhas motivações para escrever manuais e não escamoteei as envolvências comerciais. Normalmente, as envolvências comerciais não nos pressionam muito nos assuntos específicos mas temos de certeza uma pressão geral de filosofia que às vezes nos condiciona. Nós poderemos por exemplo,

ser convidados a reduzir o número de páginas. Essa é uma possibilidade, em relação à qual nós teremos depois de cortar em algum lado e aí é a metáfora do lençol: onde é que cortamos? E eu antevejo, sem ter a certeza, que a editora não nos vai dizer para ampliarmos o número de páginas. Portanto, antevejo aí um problema porque não é só esse assunto: são outros e são discernimentos globais. Não que eu não tivesse, na sequência de trabalhos académicos já feitos, e na sequência até do seu trabalho académico, que eu depois terei o maior interesse em ver, que não me apetecesse um lado meu académico, a mim e aos outros autores, que não apetecesse mudar. Mas é capaz de ser uma área onde não ... para já... Agora, repare, pode ser que o próprio ensino das ciências se vá adaptando, e uma das situações que para mim seria interessante, não tanto os programas curriculares, mas a cultura dos professores de ciências puxarem mais por nós, autores de manuais escolares, e pedirem-nos mais História da Ciência e História da Química. Mas parece que não! Parece que as metáforas de ensino, concretamente o *stress* que os alunos têm para fazer exames onde a História da Química é mais residual que central, nos empurram para uma secundarização destes assuntos.

- 4.11. Deseja pronunciar-se sobre algum aspeto que não tenha sido questionado e que considere relevante para uma melhor compreensão do seu manual e da sua posição relativamente à História das Ciências no ensino das ciências?

Não. Acho que o guião está bom e por isso não sinto que tenha ficado nada de muito especial por dizer.

*Concluimos a entrevista. Agradeço a sua colaboração.*